

# sabermás

## Revista de Divulgación

de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



### Enfermedad de Lyme: zoonosis emergente en México

¿Es posible curar el SIDA?  
Chécate a tiempo  
Movimiento anti va... ¿Qué?  
La quercetina y tu salud  
Dieta cetogénica ¿realmente funciona?

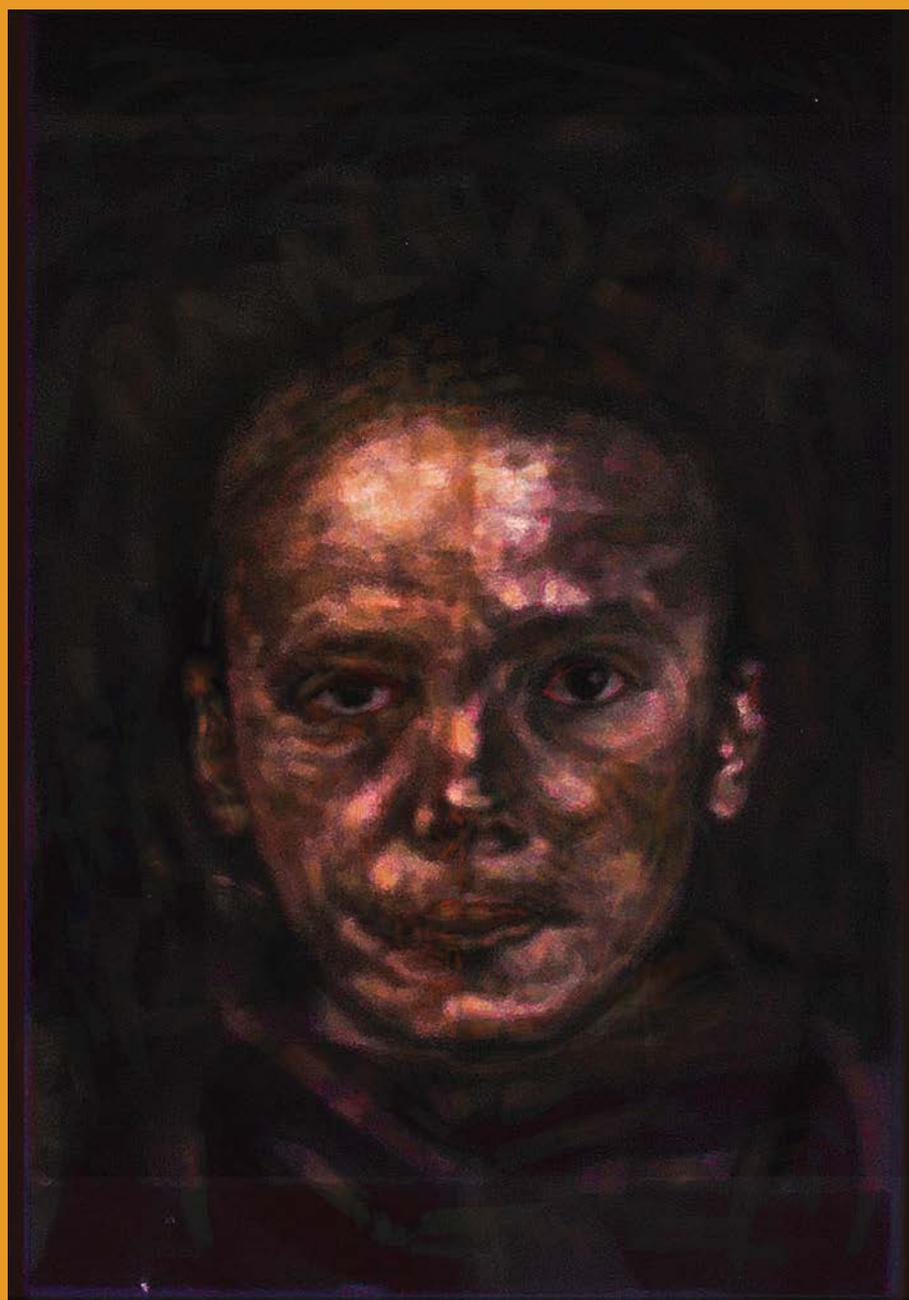
Alimentos procesados y tu salud  
Vasos sanguíneos, las carreteras de mi cuerpo  
Un delicado balance entre la diabetes y el hierro  
La batalla entre humanos y las bacterias patógenas

Año 9 / No. 50 / marzo-abril / 2020  
Morelia, Michoacán, México  
U.M.S.N.H



UNIVERSIDAD MICHOACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
*Cuna de héroes, crisol de pensadores*  
ISSN-2007-7041

# CONTENIDO



Liliana Diaz Lomeli

Mitochondria, Óleo e ilustración digital  
Instagram: @ratafakplasta  
Facebook: Diamantina Pura

## Enfermedad de Lyme: zoonosis emergente en México

24

### ARTÍCULOS

¿Es posible curar el SIDA?	12
Chécate a tiempo	16
Movimiento anti va...¿Qué?	20
La quercetina y tu salud	31
Dieta cetogénica ¿realmente funciona?	35
Alimentos procesados y tu salud	39
Vasos sanguíneos, las carreteras de mi cuerpo	43
Un delicado balance entre la diabetes y el hierro	50
La batalla entre humanos y bacterias patógenas	53



12



20



35



43



53

### ENTÉRATE

- Pruebas de diagnóstico de COVID - 19 6
- Obesidad, Diabetes y Coronavirus 7
- Vitamina D en la cuarentena por COVID -19 8

### TECNOLOGÍA

- Los verdaderos superhéroes de la ciencia 57

### UNA PROBADA DE CIENCIA

- Yo soy yo y mis parásitos 60

### CIENCIA EN POCAS PALABRAS

- El factor VonWillebrand ¿qué es? 63

### LA CIENCIA EN EL CINE

- La carretera 67

### EXPERIMENTA

- Vamos a preparar una solución antiséptica 70

### INFOGRAFÍA

- Virus 71



### Entrevista al Dra. Sandra Edith López Castañeda,

Médico Adscrito al servicio de Epidemiología en el Hospital General "Dr. Miguel Silva" en Morelia, Michoacán, México.

9

# DIRECTORIO



## Rector

Dr. Raúl Cárdenas Navarro

## Secretario General

Mtro. Pedro Mata Vázquez

## Secretario Académico

Dr. Orépani García Rodríguez

## Secretaria Administrativa

ME en MF Silvia Hernández Capi

## Secretario de Difusión Cultural

Dr. Héctor Pérez Pintor

## Secretario Auxiliar

Dr. Juan Carlos Gómez Revuelta

## Abogado General

Lic. Luis Fernando Rodríguez Vera

## Tesorero

Dr. Rodrigo Gómez Monge

## Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Marco Antonio Landavazo Arias

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 9, No. 50, marzo-abril, es una Publicación bimestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a través de la Coordinación de la Investigación Científica, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316 74 36, [www.sabermas.umich.mx](http://www.sabermas.umich.mx), [sabermasumich@gmail.com](mailto:sabermasumich@gmail.com). Editor: Horacio Cano Camacho. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-072913143400-203, ISSN: 2007-7041, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Departamento de Informática de la Coordinación de la Investigación Científica, C.P. Hugo César Guzmán Rivera, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316-7436, fecha de última modificación, 10 de abril de 2020.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Esta revista puede ser reproducida con fines no lucrativos, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica. De otra forma requiere permiso previo por escrito de la institución y del autor.



## Director

Dr. Rafael Salgado Garciglia  
Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas,  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,  
Morelia, Michoacán. México.

## Editor

Dr. Horacio Cano Camacho  
Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología,  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,  
Morelia, Michoacán. México.

## Comité Editorial

Dr. Marco Antonio Landavazo Arias  
Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad  
Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,  
Michoacán. México.

Dr. Cederik León de León Acuña  
Departamento de Computo  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Dra. Ek del Val de Gortari  
IIES-Universidad Nacional Autónoma de México,  
Campus Morelia.

M.C. Ana Claudia Nepote González  
ENES-Universidad Nacional Autónoma de México,  
Campus Morelia.

Dr. Luis Manuel Villaseñor Cendejas  
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,  
Puebla, Puebla. México.

Dr. Juan Carlos Arteaga Velázquez  
Instituto de Física y Matemáticas, Universidad  
Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,  
Michoacán. México.

## Diseño y Edición

T.D.G. Maby Elizabeth Sosa Pineda  
M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar  
C.P. Hugo César Guzmán Rivera

## Corrección de estilo

Lourdes Rosangel Vargas

## Administrador de Sitio Web

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

## Saber Más Media

M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar

# EDITORIAL

¡Llegamos al número 50 de nuestra revista! Los números suelen tener algunos significados curiosos: ¿Por qué el número 23 o el 37 tendría menos importancia que el 50? En realidad, a nosotros nos importan igual, puesto que ponemos el mismo cuidado en su edición y los autores que nos favorecen enviándonos sus artículos también... El asunto es que ciertos números parecen ser más significativos porque representan el tiempo, la permanencia. Y algunos son más "bonitos" que otros. A mi me gusta 50, como que es redondo y emocionante.

No piense que un número nace días antes de su aparición. En realidad, cada número de Saber Más fue concebido con antelación, meses, incluso. Éste, por ejemplo, fue planificado allá por octubre del año pasado. En el equipo editorial notamos que nos estaban llegando muchos artículos vinculados al estudio de enfermedades que nos aquejan y pensamos que sería interesante publicar una edición especial dedicada a la salud y la enfermedad y temas alrededor de éstos. Y decidimos que podría ser el número 50 precisamente.

En aquellos lejanos días, no podíamos imaginar las condiciones en que elaboraríamos el número que ahora tienen a la vista. Si alguien hubiera comentado en ese momento que este número se editaría en casa de cada uno de nosotros, según su papel en la elaboración y montaje de Saber Más, seguro nos reiríamos, pensaríamos que estaba mirando alguna película apocalíptica...

Pero no, el mensaje de los artículos no es para deprimirle o asustarle. En realidad, trata de demostrar que los factores y variables de la salud aun están muy lejos de ser resueltos a nuestro favor. Que debemos poner mucha atención y seguir investigando mucho, sobre todo en aquellas enfermedades llamadas emergentes o nuevamente emergentes. La experiencia con este coronavirus que ahora nos tiene en casa y a medio mundo en condiciones muy complejas, es solo una muestra de que bajar la guardia, no es opción.

Por ello es más interesante este número. Ayudar a nuestros lectores a que, de la mano de los expertos, conozca de estos temas, los comprenda y comprenda la importancia de la investigación científica para conservar o recuperar la salud.

Así que te invitamos a leer esta revista de divulgación de la ciencia de parte de todo el equipo que hemos puesto en ella no sólo nuestro trabajo y tiempo, también la esperanza de que todos nuestros lectores, sus familias, sus amigos, sus vecinos y todas nuestras comunidades estén bien y pronto sigamos trabajando y viviendo como corresponde a una gran comunidad. Hacemos votos para ello y te invitamos a Saber Más de la mano del equipo de la revista y de todos los colaboradores que escriben para ustedes.

Dr. Horacio Cano Camacho  
Editor



# ENTÉRATE

## Pruebas de diagnóstico de COVID-19

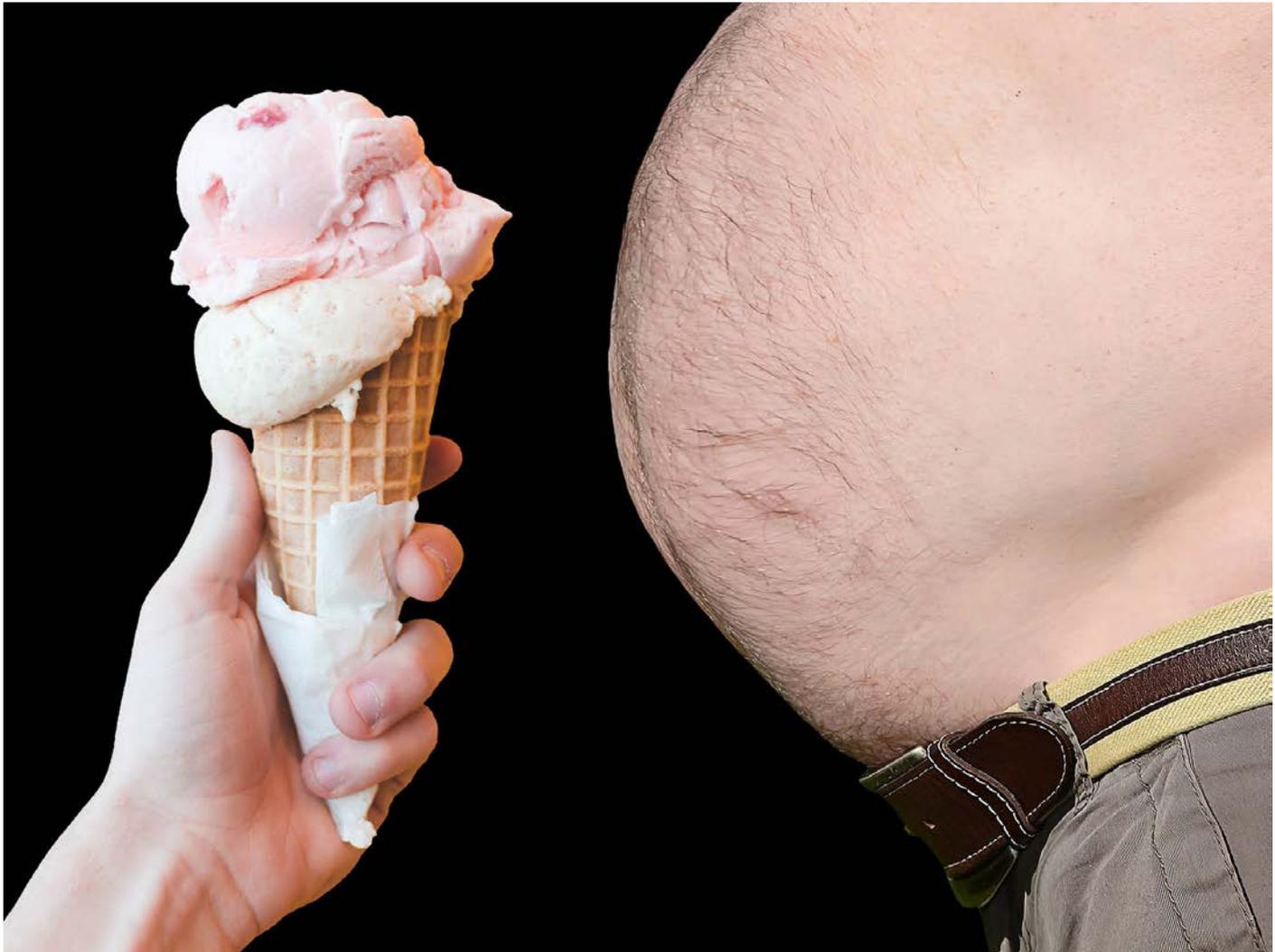


Debido a que ninguna prueba o ensayo de laboratorio puede identificar todos los organismos que nos provocan una infección, y a menudo las que funcionan para uno, no son eficientes para otro, los encargados de hacer la prueba para confirmar el organismo infeccioso que se considera como el más probable que está causando los síntomas de la enfermedad, deben de realizar varias pruebas diferentes. Se realizan en un orden concreto para descartar y hasta llegar a la confirmación. Las hay desde muy sencillas como tinciones específicas y examinación al microscopio o hacer cultivos en medios específicos, hasta las que usan la detección de anticuerpos del enfermo o antígenos de un organismo en específico o la detección de material genético (como ADN o ARN) del organismo infeccioso. Pero, cuando se trata de detectar un agente infeccioso de manera rápida y precisa, el protocolo puede ser diferente, por ejemplo, hacer una exploración y preguntas que lleven a sospechar en uno en particular, para hacer un diagnóstico rápido y seguro, realizando una sola prueba, ya sea por la premura para dar un tratamiento eficaz o por

lo costoso de la prueba. Para la prueba diagnóstica de la enfermedad Covid-19, se están utilizando tres ensayos: una consiste en la técnica de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa, por sus siglas en inglés), que consiste en extraer una muestra del fondo de la nariz, de la boca o de la garganta del paciente, con la que se detecta la presencia del material genético del virus. Aunque es un procedimiento común, debe de realizarse en laboratorios equipados con equipo especializado, tarda varias horas y ofrece resultados fiables. Las otras pruebas son ensayos rápidos, portátiles, menos costosas, que ofrecen resultados en pocos minutos, con fines de aumentar la capacidad de diagnóstico. La prueba de antígeno detecta si un paciente alberga el virus, mientras que los ensayos de anticuerpos detectan si el paciente ha generado defensas inmunes contra el virus. Esta última prueba no detecta el virus, sino la respuesta del sistema inmune a la infección vírica, por lo que solo diagnostica después de varios días después de la infección. Es muy útil ya que es indicativa de si una persona ha superado la enfermedad.

# ENTÉRATE

## Obesidad, Diabetes y Coronavirus



La población mexicana es más vulnerable a padecer COVID-19, ya que los casos más graves de esta enfermedad causado por el coronavirus SARS-CoV-2, se han observado en pacientes con obesidad, diabetes mellitus y enfermedades cardiovasculares. Unos 96 millones de los 126 de millones de habitantes en México, tienen sobrepeso lo que causa hasta 300,000 muertes al año. De éstos, 8.6 millones padecen diabetes y 15.2 millones hipertensión, con tasas de mortalidad de las más altas entre países como Estados Unidos, Italia, China y España, que son los que presentaron los más altos números de contagios y muertes por el COVID-19. Debido a estas cifras, el porcentaje de casos graves por COVID-19, podría llegar a ser muy

alto, por lo que la población en México está no solo con más riesgo a esta enfermedad, si no también a otras con serios problemas respiratorios. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha declarado ciertamente, que las personas mayores y las que padecen alguna enfermedad crónica como hipertensión, diabetes y obesidad, desarrollan los casos graves de COVID-19 con más frecuencia que otras. A diferencia de lo ocurrido en otros países, hasta ahora, las muertes en México son de personas jóvenes entre los 35 y 60 años, pero que tienen obesidad, diabetes o hipertensión, lo que afirma que las personas que sufren estas enfermedades son las más propensas a contraer COVID-19 con consecuencia de fallecer.

# ENTÉRATE

## Vitamina D en la cuarentena por COVID-19



**N**uestro organismo puede obtener vitamina D a través de la piel, de la dieta y también de suplementos. La mayoría sabemos que para tener una óptima producción de vitamina D, debemos exponernos a la luz del sol, sin abusar, ya que, en demasía, la luz puede ocasionar envejecimiento y hasta cáncer de piel. Pero ¿Qué hacer cuando estamos confinados en nuestra casa? como ahora, debido a la contingencia por COVID-19. Si tienes la fortuna de tener una casa con jardín, patio, terraza o balcón, lo recomendable es que recibas un poco de sol diariamente, para tener la fuente natural principal de vitamina D, ya que entre un 80 y 90% de ésta, la absorbemos directamente del sol a través de nuestra piel, y es la única que se adquiere de esta forma. Una deficiencia de vitamina D lleva a un mal funcionamiento en el sistema nervioso, muscular e inmunitario, y a una mala absorción del calcio, que es uno de los principales componentes

de los huesos, que puede provocar pérdida de la densidad ósea, osteoporosis, raquitismo en niños u osteomalacia en adultos, que causa huesos débiles, dolor en los huesos y debilidad muscular. También se ha asociado a la vitamina D con varias afecciones médicas, incluyendo diabetes, presión arterial alta, cáncer y enfermedades autoinmunes como la esclerosis múltiple. Ahora sabiendo de la importancia de esta vitamina, si no puedes tomar sol, puedes dársela a tu organismo, consumiendo alimentos como el atún o el salmón, huevos, lácteos enteros como el queso, hígado, aguacate o champiñones. Además, hay alimentos fortificados con vitamina D o bien suplementos vitamínicos, de los que no hay que abusar, porque tomar un exceso es perjudicial. En estos días de "encierro", si puedes, combina un tiempo de exposición al sol, una buena alimentación y ejercicio moderado, de esta manera no sufrirás deficiencia de ésta tan esencial vitamina.

# ENTREVISTA

## Dra. Sandra Edith López Castañeda

Por Rafael Salgado Garciglia



**E**s Médico con Maestría en Ciencias de la Salud de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez" de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), y Doctora en Investigación en Medicina por la Escuela Superior de Medicina del Instituto Politécnico Nacional en México.

Desde el 2011 es Profesor Interino en la Facultad de Odontología, con la impartición de Terapéutica y Farmacología, Seminario de Tesis, Clínica Propedéutica, Histología y Embriología. Así como también Profesor Interino de Investigación en Nutrición en la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez" de la UMSNH.

En 2018 fue Investigador Postdoctoral en el Proyecto "Estudio de seroprevalencia de enfermedades causadas por arbovirus Zika, Dengue y Chikungunya en poblaciones de México", que se realiza mediante un convenio de colaboración entre el Instituto Jenner de la Universidad de Oxford, en Reino Unido y el Laboratorio de Hemostasia de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez" de la UMSNH.

Ha impartido conferencias en temas de salud como Cáncer, Factor von Willebrand como biomarcador de riesgo Trombótico, Modelo celular de la coagulación, Desarrollo de Vacunas contra Dengue, Chikungunya y Zika, y ha sido reconocida por sus investigaciones realizadas sobre el Factor von Willebrand en Pacientes con Enfermedades con Elevado Riesgo Trombótico.

Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT como Candidata desde el presente año y actualmente es Médico Adscrito al servicio de Epidemiología en el Hospital General "Dr. Miguel Silva" en Morelia, Michoacán, México.

**¿Podría definir que es una epidemia y cuándo ésta es considerada pandemia?**

Podríamos comenzar definiendo el término contagio que es el aumento en la cantidad de casos de un padecimiento infeccioso, un brote se presenta cuando hay dos o más casos relacionados entre sí, la epidemia sería un aumento repentino e inusual de casos en un corto de tiempo, que puede propagarse a otras zonas y países, y la pandemia se

presenta cuando la enfermedad infecta a una gran cantidad de personas afectando de manera simultánea a varios países o continentes.

### ¿Porqué este virus es considerado de la familia de los coronavirus?

Los coronavirus son una extensa familia de virus zoonóticos que pueden causar enfermedades en animales y después transmitirse a seres humanos. Numerosos coronavirus causan enfermedades respiratorias, gastrointestinales, hepáticas y neurológicas en animales. En el caso de los humanos se les conoce como agentes causales de infecciones respiratorias que pueden ir desde un resfriado común hasta padecimientos graves como el síndrome respiratorio agudo severo (SARS).

Los coronavirus son virus de gran tamaño, con un genoma compuesto por ARN monocatenario de polaridad positiva, en su envoltura externa tienen receptores que parecen espigas y eso le confiere la apariencia de corona, de ahí su nombre. Actualmente se conocen cuatro tipos de coronavirus causantes de resfriado común en humanos, los tipos 229E (alfa coronavirus) y OC43 (beta coronavirus), los serotipos NL63 (alfa coronavirus) y HUK1 (beta coronavirus) en raras ocasiones llegan a producir infecciones graves especialmente en lactantes, personas mayores y personas inmunocomprometidas. Existen otros tres coronavirus que causan infecciones respiratorias más graves e incluso mortales que han llegado a causar brotes. El SARS-CoV identificado en 2002 como agente causal de un brote de síndrome respiratorio agudo grave (SARS), el MERS-CoV se identificó en 2012 como el

agente causal del síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS) y actualmente el SARS-CoV2 que es un nuevo coronavirus identificado como la causa de la enfermedad por coronavirus en 2019 (COVID-19) que comenzó en Wuhan China a fines del 2019 y se ha diseminado por el mundo.

### COVID-19 es un ejemplo de pandemia ¿nos puede explicar como surge esta enfermedad y porqué se presentan los casos de manera exponencial?

Este tipo de coronavirus son comunes en diferentes especies de animales, incluidos camellos, gatos y murciélagos. Varios de estos eventos surgen en China, donde parte de su cultura y de la medicina tradicional incluye el uso de animales vivos, por lo que cuentan con mercados donde coexisten diversas especies de animales, y donde las condiciones de higiene no son adecuadas, en el caso particular del SARS-CoV2, se cree que paso de los murciélagos, a los pangolines y posteriormente a los humanos. Estamos ante un padecimiento que tiene una tasa de contagio importante, una vez que se detecta un caso positivo, al estudiar sus contactos, éstos pueden resultar también positivos, independientemente de que desarrollen la enfermedad o que sean portadores asintomáticos, tienen la capacidad de diseminar la infección, se comporta de manera exponencial cuando no es posible evitar la cadena de transmisión.

### ¿Cuál es la razón de enfrentar esta enfermedad con el aislamiento social?

El objetivo del aislamiento social es evitar la dispersión rápida y sin control de la infección, a pe-



sar de que la mayoría estaremos en contacto con el virus en algún momento, el comportamiento de esta epidemia en otros países ha demostrado que el 80% de las personas solamente desarrollará un cuadro respiratorio leve, aproximadamente un 15% puede desarrollar un cuadro respiratorio severo y solamente el 5% un cuadro respiratorio grave que amerite atención hospitalaria con soporte ventilatorio, la población que ha demostrado ser más susceptible de complicaciones son las personas mayores, personas con comorbilidades como diabetes mellitus, hipertensión arterial, obesidad y pacientes inmunocomprometidos.

Este porcentaje con riesgo de complicaciones puede ser mayor en nuestro país, ya que un gran número de personas cumple estas características, a pesar de que parece ser un pequeño sector de la población, representa un número importante de personas, que en determinado momento puede requerir atención médica especializada y los servicios médicos disponibles pueden ser insuficientes si muchas personas los requieren al mismo tiempo. La idea es que la infección se vaya dando de una manera lenta y controlada que permita su atención y que por medio de las personas que desarrollarán un cuadro respiratorio leve se vaya generando una inmunidad de rebaño, que en determinado momento sea de utilidad para evitar que el virus siga circulando de manera eficiente.

### **¿Cuáles son los pasos a seguir si tenemos sospecha de haber contraído COVID-19?**

Podríamos definir como caso sospechoso de COVID-19 a cualquier persona que presente al menos dos de los siguientes signos y síntomas: tos, fiebre y cefalea, acompañado de al menos uno de estos otros síntomas, disnea o dificultad para respirar (dato de gravedad), mialgias, artralgias, odinofagia o ardor faríngeo, rinorrea, conjuntivitis y dolor torácico.

Si se tiene un cuadro respiratorio leve, existe la posibilidad de que sea COVID-19 sobre todo por la pandemia actual y la diseminación comunitaria (por eso es importante el aislamiento en casa), sin embargo puede ser algún otro cuadro respiratorio como los que cada año enfrentamos; si la sintomatología es leve, la indicación es manejo sintomático en casa como cualquier resfriado común y aislamiento durante 14 días, esto para limitar la diseminación del virus. También podemos acudir con nuestro médico de primer contacto para determinar si se requiere de algún otro tipo de tratamiento y solamente ante la presencia de un cuadro respiratorio severo o grave, acudir a solicitar atención a unidades hospitalarias.

No siempre estaremos ante COVID-19, también es probable que estemos ante un cuadro de influenza, para el cual podemos recibir tratamiento específico.

### **¿Qué tratamientos existen para esta enfermedad?**

Hasta este momento no hay un tratamiento definido, en los casos graves, las medidas que se

proporcionan son de soporte vital y manejo de las comorbilidades de fondo, tratando de conservar y recuperar la función respiratoria. Estamos ante un padecimiento nuevo, la evidencia surge de manera constante y cambiante, se han utilizado distintos tratamientos y retrovirales que hasta este momento no han demostrado mejoría significativa, también hay varios grupos de investigación que ya están trabajando en el desarrollo de vacunas, evidentemente esto no será pronto, por lo que la recomendación principal es tratar de mantenernos en aislamiento, con adecuadas medidas de higiene y en las mejores condiciones posibles, con una adecuada alimentación y ejercicio (si el estado de salud de las personas se los permite), para que en determinado momento estemos en condiciones de autolimitar esta enfermedad como cualquier otro cuadro respiratorio.

### **A qué otras epidemias nos enfrentamos actualmente en México y según su experiencia ¿cómo se lleva su control?**

Actualmente estamos enfrentando un brote de sarampión, afortunadamente en México contamos con un buen sistema de vacunación universal y gratuito, la mayoría de los mexicanos contamos con un esquema de vacunación completo, existen excepciones favorecidas por la ideología anti-vacunas, creo que las medidas de aislamiento actual ayudarán a controlar este brote.

Por otro lado, México tiene experiencia en el manejo de este tipo de eventualidades, como bien sabemos en 2009 se enfrentó a la Influenza H1N1, a diferencia de otros países, México tiene experiencia y cuenta con un sistema de laboratorios que permiten la detección oportuna y confiable de distintas patologías, cuenta con un sistema de monitoreo de Influenza diseñado por la OMS y que se implementó en México para hacer frente a la Influenza H1N1.

Este sistema de monitoreo cuenta con unidades monitoras distribuidas en todo el país, que realiza un muestreo del 100% de los casos graves y 10% de los casos ambulatorios, esto para poder realizar una vigilancia de fenómenos generalizados. Este sistema de vigilancia se está utilizando actualmente para monitoreo de COVID-19.

En una primera etapa, el objetivo principal era detectar la importación viral e identificar la dispersión comunitaria, una vez que identificó la transmisión comunitaria, el objetivo es identificar los casos graves al 100% y monitorear los ambulatorios muestreando solamente al 10%, por lo que podemos tener la certeza de que todos los casos graves se están diagnosticando o descartando. Realizar un muestreo masivo de la población sería muy costoso y podría favorecer la diseminación de la enfermedad al concentrar a los casos probables y positivos en las unidades de salud, favoreciendo la diseminación exponencial.

Por eso es importante, en este momento evitar la cadena de transmisión procurando el aislamiento en casa, favoreciendo la sana distancia, mejorando nuestras medidas de higiene con un aseo de manos constante y adecuado.

## ARTÍCULO

# ¿Es posible curar el SIDA?

Lourdes Monserrat Ramos Ceja



La infección y cura del VIH/SIDA, es un tema controversial y uno de los más estudiados del último siglo. En este artículo, te explico las etapas de la enfermedad, así como en qué consiste uno de los tratamientos más relevantes de las últimas décadas.

Para empezar, es importante saber que existe una gran diferencia entre el VIH y el SIDA:

VIH significa “**Virus de Inmunodeficiencia Humana**”, es decir, es el agente que se mete al cuerpo e infecta nuestras células inmunitarias, las cuales representan al ejército que nos protege de las infecciones.

**Lourdes Monserrat Ramos Ceja**, Licenciada en Nutrición y estudiante del Programa de Maestría en Ciencias de la Salud de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. [lm.ramosceja@gmail.com](mailto:lm.ramosceja@gmail.com).

SIDA, significa “**Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida**”, y es la etapa más avanzada de la infección causada por el VIH, en la que las células inmunitarias están tan debilitadas, que predispone a las personas infectadas a desarrollar enfermedades causadas por cualquier tipo de microorganismos, debido a la caída de las defensas.

### Etapas de la enfermedad

El desarrollo de esta infección se divide en cuatro etapas: Etapa 1, infección aguda retroviral o retrovirosis aguda; Etapa 2, asintomática de la infección por VIH; Etapa 3, sintomática; y Etapa 4, SIDA.

**Etapas 1 y 2** las personas no sospechan que puedan estar infectadas —y así pueden pasar años—, ya que la mayoría de quienes contraen el VIH no presentan síntomas y se comportan de manera óptima ante las enfermedades oportunistas.

**Etapa 3** el paciente presenta síntomas característicos, tales como malestar general, sudor nocturno, rápida pérdida de peso, anemia, tos, depresión, ansiedad y diarrea, la cual puede durar hasta un mes.

**Etapa 4** se caracteriza por la aparición de infecciones oportunistas y de tumores poco comunes. Es la etapa más severa ya que se pueden presentar

varios tipos de infecciones a la vez, debido a que nuestro sistema inmune se encuentra muy afectado, y por lo tanto, es poco probable que se recupere.

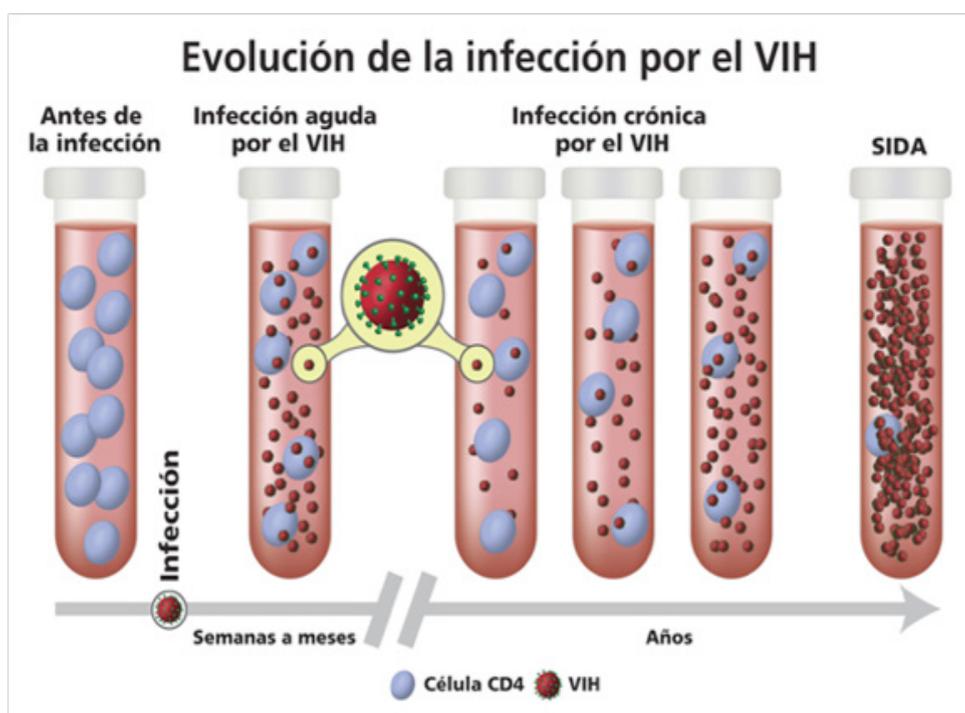
### Tratamientos de la enfermedad

Hasta hoy se sabe que, una vez contraído, el virus permanece en el cuerpo de por vida. No existe un medicamento que sea capaz de matar al VIH; sin embargo, están los llamados fármacos **antirretrovirales o antirretrovíricos** (TAR de Terapia Antirretroviral), que ayudan a que el paciente se mantenga en buen estado durante más tiempo. Estos medicamentos bajan la cantidad de VIH en la sangre, tanto, que puede que no aparezcan en una prueba de sangre o saliva, que es como se diagnostica la presencia de este virus en el cuerpo.

Si bien es cierto que con estos medicamentos se ha podido controlar la enfermedad de cientos de miles de personas a nivel mundial, también es cierto que existe una limitante, ya que aunque los niveles de VIH en la sangre sean muy bajos, no se puede erradicar el virus por completo debido a que existe algo llamado reservorio.

### ¿Qué es el reservorio?

El VIH infecta las células del sistema inmune, anclándose en una parte específica de éstas; allí se hospeda para reproducirse y multiplicarse. Las células infectadas pueden entrar en un estado de reposo y esconderse en cualquier parte del cuer-





po, como en el intestino o en la médula ósea donde pueden permanecer por años. Por esta razón, es casi imposible que los medicamentos puedan acabar con todos los virus.

### **Células madre para acabar con VIH**

Las células madre tienen el potencial de convertirse en diferentes tipos de células en el cuerpo. Ellas **sirven como un sistema de reparación para el organismo** y hay dos tipos principales de células madre: embrionarias y adultas.

Por otra parte, hay tres características que tienen las células madre que las diferencian de las otras células del cuerpo, y éstas son: 1. Pueden dividirse y renovarse a sí mismas durante un largo tiempo; 2. No son especializadas, por lo que no pueden cumplir funciones específicas en el cuerpo; y, 3. Tienen el potencial de convertirse en células especializadas, como las células musculares, células de la sangre y las células del cerebro.

### **Pero ¿Cómo pueden estas células ser la cura del SIDA?**

Hace algunos años se publicó una noticia que afirmaba que la cura del VIH se había descubierto;

hubo encabezados como: "Células madre curan el VIH", y de esto, precisamente voy a hablarles.

Un grupo de científicos europeos liderados por la viróloga Annemarie Wensing —respaldados por AMFAR, una organización estadounidense de investigaciones relacionadas con el SIDA—, estudian desde hace más de 10 años los **trasplantes de células madre para tratar la infección del VIH**, con el objetivo de encontrar un tratamiento para la cura del SIDA. Los estudios se centran en cómo reforzar el sistema inmunitario del cuerpo con el trasplante de células madre modificado.

Este grupo de médicos y científicos, notaron un fenómeno en un paciente diagnosticado con VIH. El paciente, de nombre Timothy Ray Brown y llamado "**el paciente de Berlín**", había sido diagnosticado en 1995 con VIH; no obstante, 12 años después, en 2007, recibió un tratamiento intensivo de quimioterapia y radiación para atacar la leucemia que padecía, un tipo de cáncer en la sangre y médula ósea. Sin embargo, debido a la agresividad de la enfermedad, tuvo que ser sometido a un trasplante de médula ósea el cual falló, por lo que se planificó una segunda intervención.

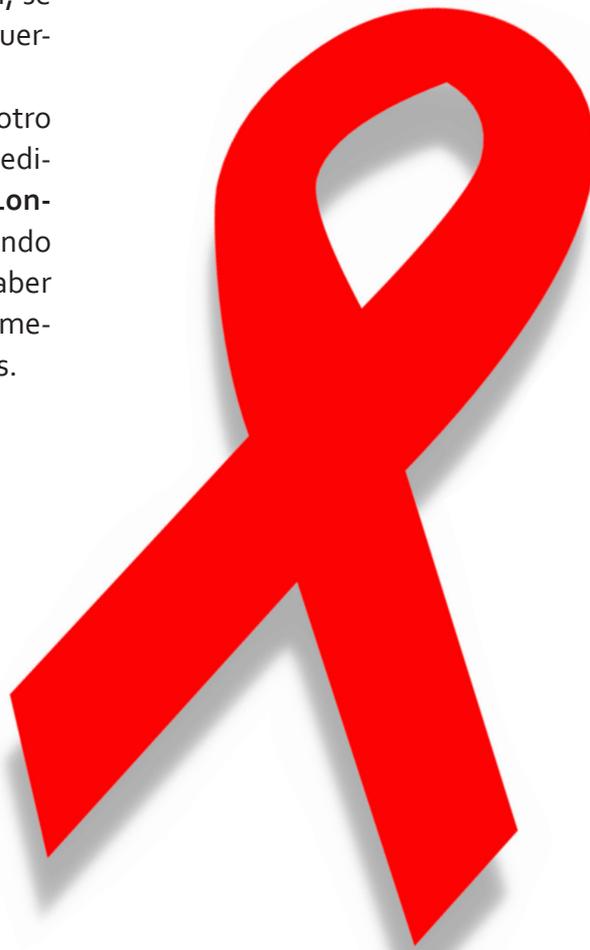
En esta segunda oportunidad, el trasplante se realizó con células madre de la médula ósea de un donador muy particular, debido a que, por una mutación genética, no tenía en sus células uno de los receptores conocido como CCR5 —mutación que la presentan muy pocas personas en el mundo—. Esta particularidad no permite que el VIH entre a las células para reproducirse y multiplicarse.

Cuando se realiza un trasplante de médula ósea, primero se destruye la mayor parte de las células en la sangre con quimioterapia, para después trasplantar las células madre donadas, las cuales trabajarán en el cuerpo como si fueran propias. En el caso de Timothy, sucedió que **todas las células nuevas, atacaban a las células viejas infectadas por VIH**, incluyendo los dichos reservorios, y así, con las nuevas células que eran inmunes al VIH, se concluyó que éste había sido erradicado de su cuerpo.

Hace apenas un par de años, se reportó otro paciente que fue tratado con el mismo procedimiento que Timothy, llamado “**el paciente de Londres**”. En la actualidad, es considerado el segundo paciente curado de SIDA, ya que, después de haber dejado de tomarse los antirretrovirales por 18 meses, las pruebas para el VIH resultaron negativas.

Sin embargo, la pregunta que no podemos dejar de hacernos es: ¿Realmente se eliminó el Virus de Inmunodeficiencia Humana en estos pacientes, o es que las pruebas que en este momento tenemos, no son lo suficientemente efectivas para detectar niveles tan bajos de virus en la sangre?

Se puede decir que esto representa **un gran avance**, pero debido a que el riesgo de mortalidad de un trasplante de médula ósea es muy alto, y que el estudio se realizó en muy pocos pacientes, se debe seguir estudiando y desarrollando técnicas que sean efectivas y menos riesgosas para la salud y vida del paciente.



Lamotte-Castillo J.A. (2014). Infección por VIH/sida en el mundo actual. *MEDISAN, Revista Médica de Santiago de Cuba*, 18(7):4-6. <http://scielo.sld.cu/pdf/san/v18n7/san15714.pdf>

Salgado M., Kwon M., Gálvez C., et al. (2018). Mechanisms that contribute to a profound reduction of the HIV-1 reservoir after allogeneic stem cell transplant. *Annals of Internal Medicine*, 169(10):674-83.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30326031>

Instituto Nacional de Salud EE.UU. (s.f.). Células madre: MedlinePlus en español. <https://medlineplus.gov/spanish/stemcells.html>

Una Posible Cura del Sida. (2019). Entérate. *Saber Más*, 8(44):6. <https://www.sabermas.umich.mx/formato-pdf.html?download=136:numero-44>

# ARTÍCULO

## Chécate a tiempo

Edgar Manuel Villa Villa



**Edgar Manuel Villa Villa**, Licenciado en Químico-Farmacobiología y estudiante del Programa de Maestría en Ciencias de la Salud de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[edgarvilla857@gmail.com](mailto:edgarvilla857@gmail.com).

**E**l incremento en el padecimiento de enfermedades crónicas en el país, es una situación que en la actualidad va en aumento. Una manera de anticiparse para evitar estos padecimientos, es realizando un “**check up**”, es decir, un chequeo médico periódico para conocer el estado de salud de nuestro cuerpo. El chequeo involucra una serie de **exámenes clínicos** y **estudios de imagenología**, que al ser interpretados por un médico, ayudan a informar sobre el estado de salud general.

Es importante tener en cuenta que el cuerpo trabaja arduamente todos los días, y este trabajo está coordinado como el de una máquina, permitiendo que podamos desarrollarnos en nuestro entorno. Como toda máquina, es necesario un buen

mantenimiento y uso correcto, para que su desempeño siempre sea el mejor y así poder llevar una vida sana y feliz. Sin embargo, la mayoría del tiempo llevamos un estilo de vida donde nuestro cuerpo se ve comprometido a trabajar a marchas forzadas o de manera anormal, desencadenando un deterioro prematuro que puede terminar en alguna enfermedad grave.

Las enfermedades no siempre muestran síntomas en su etapa inicial, y cuando esto ocurre, y empiezan a manifestarse, la mayoría de las veces ya se encuentran en una etapa avanzada, y en algunos casos, son incurables.

No obstante, existe una manera sencilla para prevenir esta situación: realizar un **chequeo periódico** a esa máquina que nos permite levantarnos cada día para hacer todo lo que queremos. Pero, no solo la salud física es importante, también debemos tener en cuenta nuestra **salud mental** para obtener un desarrollo en armonía y poder ser felices con nuestro entorno.

#### Pero ¿En qué consiste un chequeo médico?

Un chequeo médico es un conjunto de pruebas médicas que tienen la finalidad de monitorear y evaluar el funcionamiento de nuestro cuerpo. A partir de los resultados, es posible saber si está funcionando correctamente, o bien, detectar de manera temprana alguna enfermedad. Las pruebas o la cantidad de éstas pueden variar, ya que dependen de la edad y del estado de salud del paciente. Las pruebas incluyen:

**Exámenes de laboratorio.** Se toman muestras sanguínea y de orina, las cuales permiten al médico evaluar diferentes aspectos del funcionamiento de nuestro cuerpo. Por ejemplo, la concentración de glucosa en la sangre, que sirve para diagnosticar la diabetes *mellitus*; aunque hay otros componentes de la sangre que reflejan en su concentración mucha información del funcionamiento de nuestro cuerpo, como el hígado y el riñón.

**Estudios de imagenología.** Son necesarios para evaluar el funcionamiento de nuestro cuerpo de manera más específica, obteniendo una imagen de nuestros órganos por medio de una radiografía simple, una tomografía computada o un ultrasonido. Son estudios que apoyan al médico para hacer un buen diagnóstico, ya que le permite ver cómo estas partes de la máquina están funcionando.

**Estudios especializados.** En el avance de este proceso, existe la posibilidad de alguna prueba especializada que estará relacionada con el interés de ir más afondo con alguna sospecha de enfermedad, ya sea por los resultados de los anteriores estudios, o por los síntomas del paciente. Con estos estudios especializados, se confirma o descarta cualquier sospecha.

#### La salud mental ¿Cómo la checamos?

Otro aspecto importante en este chequeo es la salud mental. En nuestra rutina diaria estamos constantemente expuestos a estrés, y eso puede afectar nuestra conducta y salud mental, es por ello que de igual manera se deben realizar pruebas para





evaluar este aspecto. Estas pruebas consisten en una serie de **cuestionarios** relacionados con eventos cotidianos, con preguntas tales como:

-¿Qué tan bueno eres en tus distintas funciones diarias (estudiante, trabajador, hijo, hija, hermano, amigo, padre, madre)?

-¿Es usted capaz de establecer metas para mantener la motivación y el enfoque?

-¿Con qué frecuencia te sientes feliz o contento con la vida?

-¿Te sientes valioso como individuo?

Las respuestas obtenidas, aportan datos importantes para que el especialista en salud mental pueda realizar un análisis y posteriormente elaborar un diagnóstico. De esta manera, es posible **prevenir o tratar enfermedades** como la ansiedad o la depresión.

### La importancia de los resultados

Los resultados que se obtienen con este chequeo médico, permiten realizar un análisis sobre el estado de salud de nuestro cuerpo, y cuando se presenta algún problema, se notifica de manera inme-

diata al paciente para poder empezar a tratarlo. Es importante mencionar, que hay casos donde existen anomalías que pueden resolverse de forma sencilla con un simple **cambio en nuestros hábitos**.

Uno de los exámenes más solicitados, y básico para determinar el estado de general de salud de un paciente, es el examen de laboratorio conocido como **química sanguínea**, con el cual es posible saber la concentración de elementos de la sangre que son esenciales en nuestro cuerpo. A través del examen, es posible determinar si estas concentraciones están en equilibrio o tienen un intervalo de concentración que permite saber cuándo existe un exceso o se carece de estas moléculas.

Existen diferentes análisis denominados química sanguínea, los cuales **se clasifican de acuerdo al número de elementos** que se determinan en el estudio, ya que se pueden hacer desde tres y hasta 35 elementos. La química sanguínea básica contempla de tres a seis elementos, a saber: glucosa, urea, ácido úrico, creatinina, colesterol y triglicéridos.

Por ejemplo, la concentración ideal de la **glucosa** es de 70-110 mg/dL en condiciones normales de ayuno, mientras que valores mayores, indican la existencia de un problema en el metabolismo de este elemento; no obstante, se pueden tener valores normales otra vez con solo modificar nuestra

dieta y realizar ejercicio, previniendo así, la diabetes *mellitus* y/o el síndrome metabólico. De la misma manera, si la concentración es menor, puede existir un problema relacionado principalmente con la nutrición.

Por otra parte, **la urea y la creatinina** son elementos de desecho de nuestro cuerpo, pero conocer la concentración de éstos, permite saber cómo están funcionando nuestros riñones. Los valores normales de urea son de menos de 40 mg/dL y de la creatinina son de menos de 0.96 mg/dL en mujeres y 1.3 mg/dL en hombres.

Entretanto, el **ácido úrico** elevado es el resultado de una dieta alta en proteínas (carnes rojas, principalmente) y puede causar la enfermedad conocida como "gota", la cual consiste en la acumulación de este elemento en las extremidades lo que ocasiona gran dolor. Además, este elemento puede dar indicios de insuficiencia renal o presencia de cálculos renales. Al igual que en el caso anterior, un simple cambio en nuestra dieta puede ayudar a prevenir estas enfermedades.

Finalmente, el valor normal de los **triglicéridos** es menor a 150 mg/dL, mientras que el del colesterol total es de menos de 200 mg/dL; la cantidad de ambos son clave para el diagnóstico de enfermedades cardiovasculares, ya que indica una alta cantidad de grasa en la circulación. Aunque las concentraciones altas de triglicéridos y colesterol representan un grave problema de salud, con un cambio en la dieta y en la actividad física diaria se pueden controlar.

Con estos ejemplos de una química sanguínea básica, es posible determinar el estado de salud en general, pero un estudio con más elementos, da mayor información sobre el estado de órganos particulares, como el hígado, los riñones, el corazón, etc.

Es muy importante que todos los estudios sean revisados por un médico, y es él y solo él, quien puede hacer las recomendaciones en los cambios de hábitos.

### ¿Con qué frecuencia se debe realizar el chequeo?

Por lo menos una vez al año es necesario acudir con un especialista de la salud para evaluar nuestro cuerpo, aunque no exista molestia alguna. Esto permitirá conocer cómo está trabajando nuestro cuerpo y prevenir o tratar enfermedades con anticipación, especialmente brinda más esperanza de sobrevivir a enfermedades crónicas como el cáncer, la depresión, la hipertensión, la diabetes *mellitus*, etc.

### Para tomar en cuenta...

Debemos darle la importancia adecuada al funcionamiento de nuestro cuerpo, sobre todo porque el entorno donde nos desarrollamos es cada vez más dañino y estamos más expuestos a enfermedades crónicas.

Todos somos candidatos para realizarnos un "check up", desde los niños hasta los adultos mayores, no esperemos a tener síntomas. Mejoremos nuestra calidad de vida.



Montero J., Montero L., Moraga L. y Althausen C. (2010). La consulta por "chequeo médico" en adultos. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 21(5):674-683. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864010705885>

Organización Mundial de la Salud. (2004). Invertir en Salud Mental. Departamento de Salud Mental y Abuso de Sustancias de la OMS, Suiza, 48 p.

[https://www.who.int/mental\\_health/advocacy/en/spanish\\_final.pdf](https://www.who.int/mental_health/advocacy/en/spanish_final.pdf)

Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado. (2018). ¿Qué debe incluir tu chequeo médico anual? *ISSSTE*. <https://www.gob.mx/issste/es/articulos/que-debe-incluir-tu-chequeo-medico-anual?idiom=es>

## ARTÍCULO

# Movimiento antiva...¿Qué?

José Manuel Manríquez Flores



*José Manuel Manríquez Flores*, estudiante del Programa de Maestría en Ciencias de la Salud de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
*manriquezqfb@gmail.com*

**E**n años recientes, un movimiento ha tomado fuerza alrededor del mundo. Y no, no es el movimiento naranja, es algo mucho más grave. ¿En algún momento escuchaste a alguien decir que las vacunas son malas? Pues esos comentarios tienen que ver con el **movimiento antivacunas**. Pero, vamos a comenzar desde el principio.

### ¿Qué es una vacuna?

Las vacunas son preparaciones (producidas con sustancias de bacterias y virus atenuados, muertos o modificados), que se administran a las personas para generar defensas activas y duraderas

contra una enfermedad, estimulando así la producción de defensas.

Las vacunas son una de las medidas de salud pública más acertadas, debido al gran impacto en la erradicación de enfermedades que tenían un gran índice de mortalidad. Según datos de la **Organización Mundial de la Salud (OMS)**, la cobertura a nivel mundial de la vacunación se mantiene en un 85 %, y se calcula que si se mejora la cobertura se podrían evitar 1.5 millones de muertes.

Existen **enfermedades contagiosas** que causan un sinnúmero de pérdidas humanas; no obstante, estamos protegidos de ellas gracias a la vacunación. Por ejemplo:

- Influenza
- Hepatitis B
- Virus del papiloma humano
- Sarampión
- Meningitis A
- Parotiditis
- Poliomielitis
- Enfermedades neumocócicas
- Rotavirus
- Rubeola
- Tétanos

Lamentablemente, en estos tiempos, **estamos nuevamente en riesgo** debido a las personas o grupos "anti-vacunas". Pero si la vacunación ha salvado a millones de vidas en todo el mundo, entonces ¿Por qué, después de tantos beneficios, existen los movimientos en contra de la vacunación?

### ¿Cuándo y cómo comenzó el movimiento?

Los movimientos antivacunas no son nuevos, han estado presentes desde el inicio de la vacunación. En otras épocas estaban vinculados al **temor por lo nuevo o lo desconocido**, mientras que en la actualidad, la clave está en la falta de confianza en las instituciones de salud, en las compañías farmacéuticas, en las organizaciones y hasta en la evidencia científica. Los motivos a lo largo de los años han sido prácticamente los mismos: religiosos, políticos y dudas sobre la eficacia de las vacunas.

No obstante, fue en 1998 cuando el movimiento antivacunas comenzó a tomar relevancia, a partir de una investigación preliminar realizada por el médico inglés **Andrew Wakefield**, y publicada en la prestigiosa revista científica *The Lancet*. Los resultados de la investigación preliminar indicaron que 12 niños vacunados habían desarrollado comportamientos autistas e inflamación intestinal gra-



Ilustración 1. Cinta Arribas / Agencia Sinc



<https://esceptica.org/2015/02/26/charlatan-del-mes-el-movimiento-anti-vacunas/>

ve. Lo que tenían en común, según el estudio, era que los niños tenían restos del virus del sarampión en el cuerpo.

A partir de este hecho, los resultados de esta investigación fueron llegando a la sociedad, que, temiendo las consecuencias, optaron por no vacunar a sus hijos. En 2007, se reveló que el médico **había manipulado los datos de la investigación** para obtener esos resultados, y poder así, demandar a las farmacéuticas que fabricaban vacunas.

Debido a esto, la difteria, la tosferina, la parotiditis y el sarampión, fueron algunas de las enfermedades que comenzaron a rebrotar y a convertirse en epidemia en distintos lugares.

Si bien la mayoría está de acuerdo en que la vacunación es una de las prácticas de salud pública más importantes, **las vacunas siguen siendo infrutilizadas y subvaluadas**. En este sentido, y con base en las tendencias actuales en la cobertura de la aplicación de vacunas y la incidencia del sarampión, el Grupo de Expertos de la OMS de Asesoramiento

Estratégico en materia de inmunización, concluyó que la eliminación del sarampión se encuentra seriamente amenazada, y que la enfermedad ha resurgido en diversos países donde se había logrado erradicarla o estaban cerca de lograrlo.

### Y esto ¿Cómo afecta a México?

En 2018, se informó el caso de tres personas con sarampión en la ciudad de México: una mujer de origen italiano, su hijo y la señora que cuidaba al niño. Este caso es serio porque las personas no fueron vacunadas en su país de origen, y al llegar a México, se convirtieron en un **importante foco de infección** para la población que aun no esta vacunada. El último caso que se tenía registrado en México era de 1996. Recientemente, ha rebrotado en la ciudad de México más de una decena de casos de sarampión, precisamente en niños no vacunados.

Son varias las causas para no llevar a cabo la vacunación en nuestro país: falta de información debido principalmente a la insuficiencia de los

mensajes de las campañas de vacunación, falta de decisión de los padres de los niños y de los adultos en general, motivos religiosos, y **desabasto de vacunas en el sector salud**.

Es muy importante tener en cuenta que la vacunación no solo es una decisión de los padres hacia los hijos, sino también, una decisión que afecta la salud colectiva cuando no se aplican las vacunas, pues las enfermedades se propagan más fácilmente. Para esto último, es importante resaltar la **inmunidad de grupo**.

La inmunidad de grupo, o inmunidad colectiva, es la protección de una determinada población ante una infección, debido a la presencia de un elevado porcentaje de individuos inmunes en la misma. De manera normal, cuando se produce un brote, al avanzar la epidemia y aumentar el número de individuos inmunes, disminuye la probabilidad de contacto entre un susceptible y un infectado, hasta que llega un momento en el que se bloquea la transmisión del agente infeccioso. El efecto de la inmunidad de grupo, se observa mediante la disminución en el número de infectados, o bien en la disminución en la incidencia de dichas enfermedades.

#### Para terminar

El hecho de vacunarse, implica no solamente la protección individual, sino también la protección de toda la población, especialmente en aquellos que, por uno u otro motivo, no han podido reci-

bir la vacunación o no han conseguido una protección adecuada.

Por otra parte, si los movimientos antivacunas hubieran sido exitosos ¡seguiríamos muriendo de viruela! Afortunadamente, es una enfermedad que puede prevenirse gracias al 95 % de efectividad de su vacuna. En este sentido, es de vital importancia considerar el avance científico que se ha tenido en el desarrollo de vacunas, y su gran papel en el campo de la salud pública.

En definitiva, es fundamental tener en cuenta que un comentario en una red social o de un grupo de personas, no puede contra la evidencia científica. Como bien dicen:

**"Quien no conoce su historia, está condenado a repetirla".**



Gámez, L.A. (2015). El origen del peligroso movimiento antivacunas. *Gizmodo*.  
<https://es.gizmodo.com/el-origen-del-peligroso-movimiento-antivacunas-1709244343>

SERENO PONCE, A. (2019). El movimiento antivacunas existe en México y se está expandiendo. *Los intangibles*.

<http://losintangibles.com/2019/01/31/movimiento-antivacunas-existe-en-mexico/>

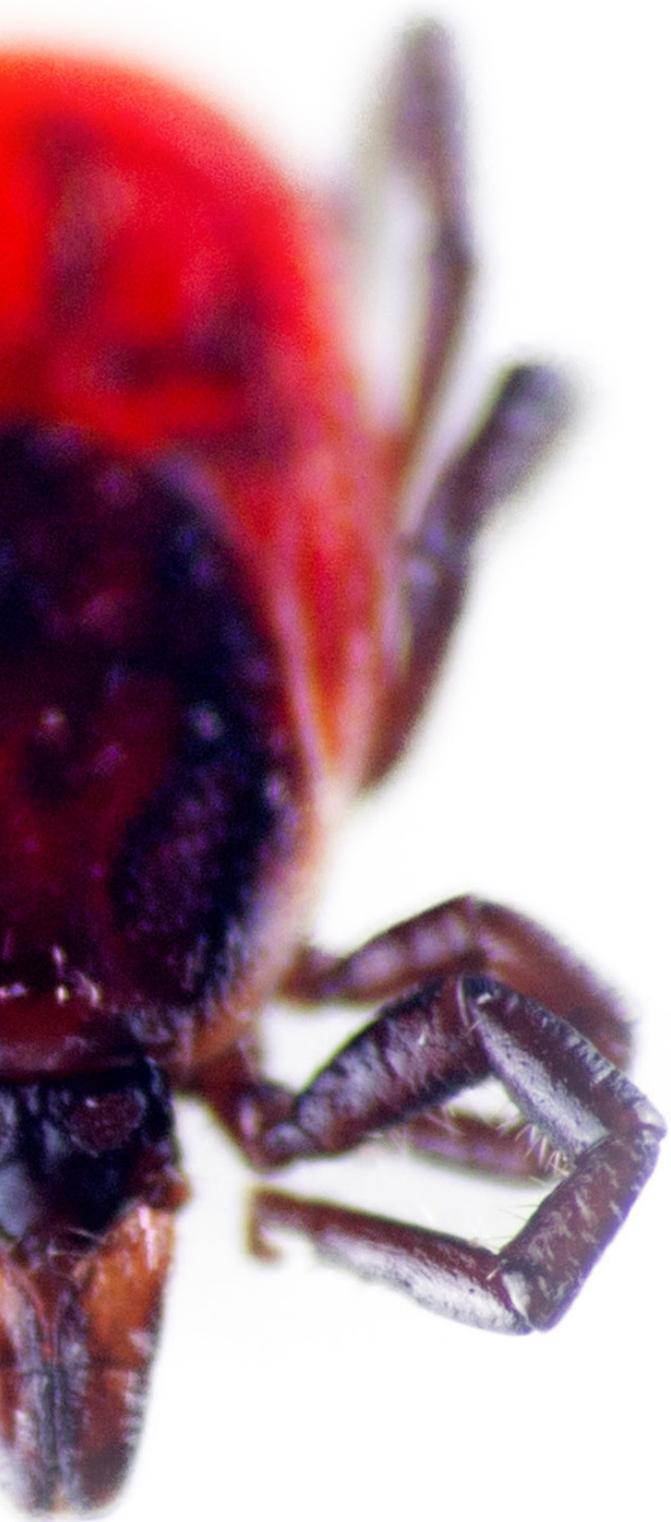
Organización Mundial de la Salud. (2018). Preguntas y respuestas sobre inmunización y seguridad de las vacunas.  
<https://www.who.int/features/qa/84/es/>

# ARTÍCULO DE PORTADA

## Enfermedad de Lyme: zoonosis emergente en México

Margarita Vargas-Sandoval y Javier Ponce-Saavedra





La **enfermedad de Lyme** es una enfermedad infecciosa causada por una bacteria (*Borrelia burgdorferi*) que se transmite al humano por **garrapatas infectadas**. El venado cola blanca y el ratón de patas blancas, son los hospederos conocidos y de donde la garrapata adquiere la bacteria que eventualmente puede llegar al humano, causando la infección que provoca la enfermedad. El nombre "Lyme" se debe a que en 1975 se estudiaron un total de 51 pacientes con diagnóstico de artritis reumatoide juvenil, en residentes de tres comunidades contiguas a la ciudad de Connecticut, en Estados Unidos: Old Lyme, Lyme y East Haddam.

Los resultados de esta investigación llevaron a la descripción completa de la infección y su asociación con las garrapatas como vector, pero fue hasta 1982, que **Willy Burgdorfer** aisló del tracto gastrointestinal de la garrapata del género *Ixodes*, el microorganismo causal, concluyendo que se trataba de una espiroqueta, que por análisis moleculares fue identificada como miembro del género *Borrelia* y recibió el nombre de *B. burgdorferi* en honor a su descubridor.

*Borrelia burgdorferi*, es una bacteria del grupo de las **espiroquetas**, caracterizadas por un cuerpo fino, alargado y enrollado en forma helicoidal, carecen de pared celular rígida y son muy activas y rápidas. En Norteamérica es transmitida por las ga-

rrapatas *Ixodes scapularis* y la *Ixodes pacificus*, y en Europa, por la *Ixodes ricinus* y la *Ixodes persulcatus*, éstas son las causantes de la **enfermedad de Lyme**. En la actualidad, se han descrito 15 especies como parte del complejo *B. burgdorferi*.

Los signos y síntomas variables de la enfermedad de Lyme son inespecíficos, y a menudo están presentes en otras enfermedades, de modo que el diagnóstico puede ser difícil, a lo que hay que agregar que las garrapatas que transmiten la enfermedad de Lyme, **también pueden propagar otras enfermedades** al mismo tiempo.

### Manifestaciones clínicas

La enfermedad se presenta en **animales domésticos** como artritis y se desconoce si causa alguna afectación en animales silvestres. En **humanos**, el espectro de la borreliosis de Lyme es amplio, presentándose desde infección asintomática en población en riesgo, hasta una gama amplia de manifestaciones clínicas que se han dividido en tres etapas que aparecen cronológicamente después de la picadura de una garrapata.

### Etapa I: "temprana localizada".

Incluye el periodo de incubación, el cual varía de cuatro a 25 días, se presenta Eritema Migrans (EM) que es una erupción en la piel de forma oval





*Ninfa de garrapata (Ixodes sp.) en piel humana. Fotografía de Margarita Vargas S.*

y coloración uniforme o en desarrollo en forma de tiro al blanco o diana, mostrando forma concéntrica con variación en color en el sitio de la picadura, también se le conoce a este tipo de manifestación cutánea como “ojo de buey”; se presenta también fiebre, escalofríos, dolor de cabeza, mialgias (dolor muscular), artralgias (dolor de articulaciones) y linfadenopatías regionales (inflamación de los ganglios linfáticos) y a veces náuseas, vómito y fatiga.

#### **Etapa II: “temprana diseminada”.**

Tiene de dos a seis semanas de latencia, la bacteria se disemina por vía hemática y linfática, hay manifestaciones cardíacas (4 % a 10 % de los infectados) y aparecen a las cinco semanas (rango de cuatro días a siete meses) después de la picadura. Otras manifestaciones que pueden aparecer después de unos cuantos días o hasta siete meses después de la mordedura, son: meningitis aséptica, afectación de nervios craneales y radiculoneuropatía periférica (compresión de las raíces nerviosas), letargia, depresión, labilidad emocional (alteración de las respuestas en torno a la afectividad), trastornos de memoria, dificultad en la concentración y trastornos de conducta.

La **neuropatía craneal** ocurre en más del 50 % de pacientes con esta enfermedad. La **radiculoneuritis** (inflamación de las raíces nerviosas), es

común y puede ser sensorial, motora o mixta, y por lo general, ocurre en la zona de la mordedura original. Otras manifestaciones poco comunes, incluyen **mielitis transversa** (inflamación de la materia gris o blanca en ciertas partes de la médula espinal), **mononeuritis múltiple** (daño en uno o más nervios fuera del cerebro y la médula espinal), **síndrome de Guillain-Barré** (trastorno poco común que hace que el sistema inmunitario ataque el sistema nervioso periférico), **ataxia cerebelosa** (falta de equilibrio y de coordinación motora debido a disfunciones en el cerebelo), **pseudo tumor cerebri** (conjunto de síntomas que incluyen elevación de la presión sanguínea intracraneal que desencadena dolores de cabeza y que puede llevar a cosas más graves como ceguera), y **corea** (movimientos involuntarios de manos y pies).

Pueden presentarse también manifestaciones osteoarticulares como ataques agudos de artritis (inflamación de las articulaciones), sinovitis (inflamación de las membranas sinoviales que recubren las articulaciones), y miositis (inflamación muscular debida a infección microbiana).

#### **Etapa III: “tardía”.**

Puede presentarse a continuación de la anterior o después de una nueva etapa latente, que puede ser de **uno a 10 años**. Se manifiestan alte-

raciones osteoarticulares, cardiovasculares o neurológicas, similares a la de la segunda fase, pero ahora en forma severa y persistentemente crónica. Disfunción cognitiva e incluso enfermedades desmielinizantes o inflamatorias como la **Esclerosis Múltiple** o el **Lupus Sistémico**. En la piel, es característica la acrodermatitis crónica atrófica (vesiculaciones y papilas amorfas en la piel). En el sistema nervioso central, encefalitis (inflamación del cerebro) o encefalomielitis crónica que se traduce en fatiga crónica, además de polineuropatía crónica (muchos nervios que no son cerebrales ni de la médula espinal, se encuentran dañados o comprometidos), y ataques crónicos y prolongados de artritis, frecuentemente en rodilla.

### Epidemiología

El riesgo de **borreliosis de Lyme**, está directamente relacionado con la prevalencia de garrapatas y de los reservorios infectados, así como con la exposición del hombre al vector en zonas endémicas. Es una enfermedad distribuida en la mayoría de los países europeos, y en algunos países de Asia y los Estados Unidos. En países como Japón, Australia y en varios de Latinoamérica (Panamá, Ecuador, Perú, Venezuela, Bolivia, Chile, Brasil y casos sospechoso en Cuba), se ha detectado una **enfermedad similar a la borreliosis de Lyme** con una

prevalencia de 10.8 % en promedio; sin embargo, no se ha aislado *Borrelia burgdorferi* de vectores, reservorios o pacientes.

### ¿Qué se sabe en México?

Desde 1991 se reconocen los primeros casos, y para 1999, dos encuestas serológicas fueron reportadas en nuestro país, la primera con una prevalencia del 1.1 % y el primer registro de los casos iniciales de **Linfocitoma borrelial** (aumento anormal del tejido provocado por *Borrelia*) y acrodermatitis en el país; y la segunda, en venado cola blanca de los estados de Coahuila y Nuevo León, con una prevalencia del 3 %.

En 2003, se reconoció la infección por *Borrelia burgdorferi* en la población en general, de la zona noreste del país y de la ciudad de México con 6.3 % y 3.4 % respectivamente. En 2006, se reportó un caso de acrodermatitis crónica atrófica en Copala, Guerrero, y en 2007, **por primera vez en el país**, se reportaron los casos confirmados de la enfermedad cutánea y neurológica, procedentes del Valle de México y de la Península de Yucatán. En este año también por primera vez, se identificó *Borrelia burgdorferi* en garrapatas mexicanas.

En 2008, se identificó la bacteria en roedores de los parques recreativos "La Marquesa" y "El Nevado de Toluca", áreas cercanas a la ciudad de



Ninfa de *Ixodes* sp. en ratón. Fotografía de Margarita Vargas S.

México y Toluca, hasta que en 2009, se demostró la presencia de *Borrelia burgdorferi* en el vector de la zona Noreste del país.

En México, la garrapata *Ixodes scapularis* está distribuida en el Noreste del país (Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí), en el Centro (Hidalgo, Durango), Golfo (Veracruz), Península de Yucatán (Campeche y Quintana Roo) y la *Ixodes pacificus* en Baja California, Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit y Jalisco; mientras que **los roedores** del género *Peromyscus*, tienen una amplia distribución en el país donde se han descrito 49 especies. Por otro lado, el **venado cola blanca** se encuentra distribuido en la mayoría de los Estados de la República Mexicana, excepto en toda Baja California y Chiapas; sin embargo, el riesgo es mayor si se considera que ya se sabe que son más las especies de garrapatas que pueden actuar como vectores. Actualmente se sabe, que al menos en Europa, también **los mosquitos son vectores** de algunas variantes de la espiroqueta causante de la enfermedad de Lyme.

Son muy pocos los lugares en México donde se pueden realizar las pruebas de diagnóstico para borreliosis y que sean confiables. La primera investigadora que comenzó a trabajar con la enfermedad de Lyme, la Dra. María Guadalupe Gordillo Pérez, hace diagnósticos en pacientes desde 1999, reservorios y vectores en el Hospital de Pediatría del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS en la ciudad de México. Recientemente, el equipo de la Dra. María Almudena Cervantes-Castillo y la Dra. Carolina Sosa-Martínez, realizan el diagnóstico y tratamiento de Lyme y otras coinfecciones (*Erlichia*, *Babesia*, *Anaplasma*, *Rickettsia*).

### Mecanismo de transmisión

La bacteria persiste en la naturaleza a través de un **ciclo infeccioso** entre mamíferos silvestres y algunas aves con las garrapatas. Así, la bacteria en el huésped vertebrado, se transmite por la mordedura de garrapatas; por otra parte, los roedores infectados son capaces de infectar al 100 % de las ninfas (estados inmaduros de las garrapatas) que se alimentan de ellos; mientras que, el venado es el responsable del mantenimiento de poblaciones de garrapatas en el estadio adulto y permite completar el ciclo.

Los estadios de **larva y ninfa de las garrapatas**, se alimentan principalmente de ratones de los géneros *Peromyscus* y *Apodemus*. Estos roedores son los reservorios principales de *Borrelia burgdorferi*. En su forma adulta, la garrapata se alimenta de **grandes mamíferos** de los cuales se han detectado 20 especies diferentes de animales silvestres y do-



Garrapatas en venado cola blanca.  
Fotografías de Margarita Vargas S.

mésticos como venados, caballos, ganado bovino, mapaches, conejos, liebres y zorros, así como ocho géneros de aves.

El mecanismo de transmisión más importante es la inoculación directa a través de la **saliva durante la alimentación**, y se considera que el periodo que permanece la garrapata adherida a la piel del animal, es fundamental para la transmisión, considerándose necesario un tiempo mínimo igual o superior a las 48 horas, siendo el riesgo aproximado al 100 % cuando permanece adherida 72 horas o más.

### ¿Qué precauciones se recomiendan para evitar padecer esta enfermedad?

Algunas medidas que se pueden adoptar para evitar la mordedura por garrapatas pueden ser: si no es estrictamente necesario, **evitar las zonas boscosas** o cubiertas de hierba y matorrales, sobre todo en época de lluvias. Si se debe hacer trabajo en campo o manejar animales, vestir **pantalones largos y camisa de manga larga** de color claro, ya que esto permite ver las garrapatas que se pudieran subir a nuestro cuerpo. Usar **zapatos que cubran el pie entero** y asegurarse que las medias o calcetines estén por encima del pantalón o el pantalón dentro de las botas, así como meter la camisa en el pantalón. Usar **sombrero** como protección adicional, ya

que, además de proteger del sol, ayuda a que las garrapatas no lleguen al cuero cabelludo.

**Usar repelente** de insectos que contenga DEET (N, N-Dietil-meta-toluamida, ingrediente más común en los repelentes usados para garrapatas y otros insectos) sobre la ropa y sobre la piel que quede al descubierto. **Al regresar a casa** después de realizar actividades al aire libre, quítese la ropa, lávela y séquela a una temperatura alta y examine cuidadosamente el cuerpo en busca de garrapatas.

### Finalmente...

Con los estudios y casos que se han reportado y lo que se ha encontrado en los últimos años, queda totalmente demostrada la **presencia de la enfermedad de Lyme** con el agente etiológico de

*Borrelia burgdorferi*, y con las diferentes manifestaciones clínicas. También se ha demostrado la **presencia de la borrelia** en los vectores y en los reservorios en algunas de las zonas con casos humanos. Son varias las especies de garrapatas que pueden actuar como vectores de la espiroqueta causante de la enfermedad.

Se hace necesario **difundir las manifestaciones clínicas**, para que en casos sospechosos, se realicen los diagnósticos moleculares con una alta sensibilidad y especificidad para la genotipificación de la espiroqueta.

Es recomendable **informarse**, y si usted sospecha que pudiera tener esta enfermedad, acuda con un especialista, ya que se debe tener en cuenta que muchos médicos familiares no tienen la información necesaria para diagnosticar y atender este tipo de padecimientos.



**Dra. Margarita Vargas Sandoval** es bióloga por la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (IPN), con estudios de Maestría en Ciencias con especialidad en Biología en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (IPN) y de Doctorado en Ciencias

(Biología) en la Facultad de Ciencias (UNAM). Actualmente está adscrita en la Facultad de Biología (UMSNH). Es especialista en taxonomía e importancia médica y económica de insectos y ácaros. En investigación ha descrito 8 nuevas especies de ácaros para la ciencia.

**vargasmarga@hotmail.com**



**Dr. Javier Ponce Saavedra**, Biólogo de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Maestro en Ciencias en Protección Vegetal por la Universidad Autónoma Chapingo y Doctor en Ciencias en Recursos Bióticos por la Universidad Autónoma

de Querétaro. Es Profesor-Investigador Titular en la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, fue coordinador del Laboratorio de Entomología "Biol. Sócrates Cisneros Paz" de la Facultad de Biología de 2004 a 2019. Pertenece al SIN (Nivel I) y es integrante de los Programas Institucionales de Maestría y Doctorado en Ciencias Biológicas. Es especialista en sistemática y ecología de arácnidos e insectos, ha descrito 18 nuevas especies de arácnidos, principalmente alacranes.

**ponce.javiero691@gmail.com**



Enfermedad de Lyme. *Medline Plus*.  
<https://medlineplus.gov/spanish/lymedisease.html>

Gaceta Médica de México. (2014). Enfermedad de Lyme: actualizaciones. *Gaceta Médica de México*, 150:84-95.  
[https://www.anmm.org.mx/GMM/2014/n1/GMM\\_150\\_2014\\_1\\_084-095.pdf](https://www.anmm.org.mx/GMM/2014/n1/GMM_150_2014_1_084-095.pdf)

González J.M. (2017). Entrevista con la Dra. Almudena Cervantes, especialista en enfermedad de Lyme.  
<https://www.blogtalkradio.com/juanmanuellymera->

[dio/2016/09/26/entrevista-con-la-dra-almudena-cervantes-especialista-en-enfermedad-de-lyme](https://www.blogtalkradio.com/juanmanuellymera-dio/2016/09/26/entrevista-con-la-dra-almudena-cervantes-especialista-en-enfermedad-de-lyme)

Guevara-Valmaña O.I., Martínez-Jiménez A. y Mendoza-García J.G. (2019). Enfermedad de Lyme en la ciudad de México. *Medicina Interna de México*, 35(3):435-440.  
<https://medicinainterna.org.mx/article/enfermedad-de-lyme-en-la-ciudad-de-mexico/>

Marzol G.B. (2016). Por favor escúchame. *Lyme, vida en verde*.  
<http://lymevidaenverde.com/por-favor-escuchame/>

# ARTÍCULO

## La quercetina y tu salud

Karen F. Tena Rojas y Héctor Eduardo Martínez Flores



**Karen F. Tena Rojas**, estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Opción Biotecnología Alimentaria de la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[L.n.karentena@gmail.com](mailto:L.n.karentena@gmail.com)

**Héctor Eduardo Martínez Flores**, Profesor e Investigador de la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[Hedu65@hotmail.com](mailto:Hedu65@hotmail.com)

**E**n estos días, la preservación de la salud en relación a las enfermedades crónicas, representa un gran reto para la investigación. Actualmente, las enfermedades más comunes son las lideradas por la obesidad, la hipertensión, la diabetes *mellitus* y algunos tipos de cáncer. En general, son el resultado de un **desbalance metabólico** y un **daño oxidativo**, que de forma crónica, dañan severamente los mecanismos de reparación en todos los sistemas y órganos del cuerpo humano, llegando estas enfermedades a perpetuarse en el organismo, y en muchas ocasiones, pasan desapercibidas hasta que la severidad las hace inminentes.



Poco se sabía de estas enfermedades hasta hace aproximadamente 40 años, cuando hubo un aumento de los casos debido a múltiples factores, algunos socioculturales debido a la apertura de los mercados, lo que propició un cambio hacia una **cultura moderna consumista**, favoreciendo el consumo de alimentos procesados y adoptando nuevas costumbres, que en cierta manera perpetuaron la presencia y la propagación de estas enfermedades.

Otros factores son: el sedentarismo, el tabaquismo, el alcoholismo, el estrés, la ansiedad y la alimentación en general. Este último punto resulta clave para entender muchas de las enfermedades que nos rodean, debido a que en los últimos años se ha tenido una mayor compresión a lo que Hipócrates proclamó 300 años antes de nuestra era, en una frase célebre y muy conocida, pero muchas veces no tomada en cuenta **"Que el alimento sea tu medicina"** ¡frase que lo dice todo!

### ¿Y por qué es tan importante?

La humanidad ha sufrido grandes pérdidas ocasionadas por algo básico: la alimentación. Desde que el hombre se volvió sedentario, aproximadamente hace diez mil años, la alimentación se modificó y empezaron a desarrollarse enferme-

dades como consecuencia del hacinamiento y por las prácticas de higiene, o por la contaminación de los primeros cultivos con hongos o bacterias. En la edad media, persistía la escasez de alimento y en muchas ocasiones estaba contaminado con tóxicos ante la precariedad e inadecuado almacenamiento. Por lo cual, el ser humano desde tiempos ancestrales, ha tenido que buscar recursos naturales para sobrevivir a pesar de las enfermedades.

Al observar las cualidades y diferencias que hay entre los alimentos, éstos fueron de interés para la salud. En la época de los navíos del siglo XVII, en Inglaterra se proclamó que todo barco debía llevar algún fruto o vegetal a bordo para no desarrollar escorbuto, enfermedad que ocasiona debilitamiento y caída de cabello, así como hemorragias en diferentes partes del cuerpo. Esto se sabía por las expediciones previas donde no incluían vegetales como parte de su alimentación, apareciendo el **escorbuto** por la deficiencia de **vitamina C**, un potente antioxidante naturalmente encontrado en frutas, verduras, hojas y plantas.

Esta vitamina, en conjunto con otros compuestos con ciertas propiedades medicinales, ahora llamados **bioactivos**, son sumamente importantes e indispensables para mantener una óptima salud.

Un ejemplo son los que actualmente conocemos como **polifenoles**, y que en definitiva pueden ser un gran aliado de la salud, y lo mejor, es que muchos de éstos están en los alimentos que nos rodean.

#### **Polifenoles: potentes antioxidantes**

Los polifenoles son los antioxidantes más abundantes en la dieta, los más ampliamente estudiados y son el producto del metabolismo secundario de las plantas, siendo pigmentos naturales presentes en los vegetales, y en general, protegen al organismo del daño producido por **agentes oxidantes**, como los rayos ultravioleta, la contaminación ambiental y las sustancias tóxicas presentes en los alimentos. Existen alrededor de 500 tipos de polifenoles identificados en plantas; basados en su estructura se clasifican en cuatro grupos: ácidos fenólicos, estilbenos, ligninas y flavonoides.

Estos últimos, fueron descubiertos por el premio **Nobel Szent-György**, quien en 1930 aisló de la cáscara del limón una sustancia, la **citrina**, que regulaba la permeabilidad de los capilares. Los **flavonoides** se denominaron en un principio vitamina P por permeabilidad, y también vitamina C<sub>2</sub> porque se comprobó que algunos flavonoides tenían propiedades similares a la vitamina C.

Existen alrededor de 5 000 tipos de flavonoides descritos a la fecha, y se estima que el humano

promedio con una dieta variada, tiene un consumo actual de 23 miligramos por día, pero el ritmo de vida actual, la biodisponibilidad de estos compuestos, el ambiente dietético y cultural, aunado a otros factores como el estrés, la falta de actividad física y el consumo de cigarro y alcohol, aumentan las necesidades estos compuestos antioxidantes drásticamente, hasta en un 50 % más.

La comunidad científica está altamente interesada en el estudio de estos componentes por su potencial beneficio y su amplia distribución, tal es el caso de la curcumina, genisteína, resveratrol, kaempferol y quercetina. Este último ha causado gran relevancia en los últimos años, debido a los múltiples beneficios en torno al **síndrome metabólico**, el cual representa un gran porcentaje de las personas con obesidad, donde hay una alteración de la presión arterial, la glucosa y los lípidos.

#### **La quercetina, un flavonoide importante para nuestra salud**

En diversos estudios científicos, se ha comprobado que la quercetina tiene propiedades medicinales muy interesante, por ejemplo, reduce la presión arterial sistólica y el colesterol de baja densidad, entre otras, por lo que es considerada benéfica en individuos con obesidad. También actúa como un agente mediador de la inflamación,



siendo este padecimiento el principal desencadenante de la **disminución de la calidad de vida** de las personas que la padecen, ahora denominada



enfermedades crónicas como la obesidad, la diabetes *mellitus*, la hipertensión, el cáncer, entre otras. En éstas, la quercetina actúa como antioxidante y antiinflamatorio, además de favorecer la muerte de células cancerosas.

En general, en nuestro país somos muy afortunados al contar con una gran biodiversidad de fuentes ricas en **quercetina** y otros flavonoides. La mayoría de estos compuestos se encuentran **presentes en nuestra dieta**, entre las que destacan bayas, guayabas, duraznos, uvas, mangos, cerezas, manzanas, cebollas, brócoli, coliflor, repollo, pimiento, chile jalapeño, jitomates, lechugas, frijoles y vegetales de hoja verde oscuro como las espinacas, acelgas, col rizada, además de hojas de plantas de té.

Pero hay que tomar en cuenta un punto sumamente importante, y es que, estos componentes no se absorben fácilmente debido al proceso de digestión, absorción, metabolismo y excreción de los mismos, por ende, el consumo de fuentes ricas en flavonoides como quercetina debe ser frecuente, y aún más, en aquellos casos donde hay una gran producción de radicales libres como es el caso de la obesidad y enfermedades relacionadas.

## ¿Cómo incrementar la ingesta de quercetina en la dieta?

1. Incrementa el consumo de **frutas y verduras en tu dieta** de tres a cinco piezas de frutas por día y al menos un plato de verduras por día. En general, la quercetina es el flavonoide que se encuentra en la mayoría de estos alimentos, siendo los que más cantidad aportan las zarzamoras, moras azules, frambuesas, guayabas; y otras fuentes como cebollas, espinacas y brócoli. Éstas tienen bajo índice glucémico en comparación a otras fuentes, y aportan buena cantidad de fibra.

2. Incluye como parte de tu dieta **una taza diaria de hojas de té** o infusiones como hoja de guayaba. Éstas también contienen quercetina y muchos más antioxidantes.

3. Varía tu dieta y complementala con diversas fuentes. Hay muchos componentes en los demás alimentos que también actúan en pro de tu salud, tal es el caso de la fibra, los probióticos, las vitaminas, los minerales y otros polifenoles.

4. **No excedas el consumo** creyendo que estos compuestos curarán tu enfermedad. Si bien sirven como coadyuvantes de las enfermedades crónicas, altas dosis de estos componentes pueden repercutir en tu salud, aún cuando sean compuestos encontrados en la naturaleza y que nuestro cuerpo los procese como si fueran un fármaco.



Martínez-Flórez S., González-Gallego J., Culebras J. y Tuñón M.<sup>ª</sup> J. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria*, XVII(6):271-278.

<http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/3338.pdf>

Escamilla-Jiménez C., Cuevas-Martínez E. y Fonseca J. (2009). Flavonoides y sus acciones antioxidantes. *Revista de la Facultad de Medicina, UNAM*, 52(2):73-75.

<http://revistas.unam.mx/index.php/rfm/article/viewFile/14770/14070>

Gomez-Ambrosi J., Rodríguez A., et al. (2008). Papel del tejido adiposo en la inflamación asociada a la obesidad: Revisión. *Revista Española de Obesidad*, 6(5):264-279.

[https://www.researchgate.net/publication/237830808\\_Papel\\_del\\_tejido\\_adiposo\\_en\\_la\\_inflamacion\\_asociada\\_a\\_la\\_obesidad\\_Revisio](https://www.researchgate.net/publication/237830808_Papel_del_tejido_adiposo_en_la_inflamacion_asociada_a_la_obesidad_Revisio)

# ARTÍCULO

## Dieta cetogénica ¿realmente funciona?

Adriana Reynoso Magaña y Virginia A. Robinson Fuentes



**Adriana Reynoso Magaña**, Licenciada en Nutrición Humana y estudiante del Programa de Maestría en Ciencias de la Salud de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[adrrey@hotmail.com](mailto:adrrey@hotmail.com)

**Virginia A. Robinson Fuentes**, Profesora e Investigadora de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, del Laboratorio de Desarrollo Analítico.

[vrobinsonf@hotmail.com](mailto:vrobinsonf@hotmail.com)

Todos los seres humanos tenemos la necesidad de comer para que el organismo sea capaz de realizar funciones básicas de acuerdo a la edad, costumbres, estado de salud, entre otros factores. El problema es que últimamente se ha presentado un aumento desmesurado del porcentaje de **sobrepeso y obesidad en México**.

Es aquí, cuando pensamos en llevar a cabo una dieta para perder peso, aunque es importante mencionar que hay de diferentes tipos. En general, se busca perder peso de manera fácil, en poco tiempo y, de ser posible, con poco esfuerzo, aún a costa de la propia salud. Las dietas siguen una moda y la más sonada en la actualidad, es la **dieta cetogénica**, de la que precisamente vamos a hablarte.

### ¿Qué es una dieta?

La palabra dieta significa “todo aquello que consumimos de alimentos y bebidas en el transcurso de un día”. Así pues, todos los seres humanos llevamos diariamente una dieta, la diferencia radica en el tipo de dieta que debe consumir cada persona con base en necesidades específicas.

Considerando la **variedad de dietas** existentes, debemos comentar que, cada nutrimento es diferente y la cantidad que se necesita también lo es. No hay alimentos buenos o malos, ni uno que aporte más que otro, todo alimento contiene uno o más nutrimentos, los cuales contribuyen a la buena nutrición. En todo caso, lo importante es llevar a cabo una dieta variada, ya que, de no ser así, se pueden presentar problemas serios de salud. La dieta variada debe incluir todos los grupos de alimentos que maneja el **Plato del Bien Comer**, pues de esta manera, estaremos garantizando al organismo que reciba todos los nutrientes necesarios para un buen funcionamiento.

Entre los nutrientes están los denominados macronutrientes, constituidos por los hidratos de carbono (carbohidratos, que incluyen a los azúcares), los lípidos y las proteínas. El Plato del Bien Comer se encuentra estructurado en función de estos alimentos, y en él se aprecia la **proporción reco-**

**mendada** según el grupo, siendo todos estos tipos de nutrientes, esenciales en una dieta.

### Lo importante para nuestra salud es el equilibrio en la dieta

En nuestra vida cotidiana debemos tener una alimentación adecuada, que brinde el **equilibrio perfecto** para poder alcanzar los valores nutricionales que necesita nuestro cuerpo y así afrontar todas nuestras actividades diarias, aportando las calorías y nutrientes necesarios para el día a día. Como lo planteamos anteriormente, cuando se piensa en una dieta, se piensa en las que ayudan a bajar de peso; no obstante, lo correcto es seguir aquella que se adecúe a las necesidades de cada individuo, por ejemplo, cuando se tiene una enfermedad crónica.

### La dieta de moda para perder peso es la dieta cetogénica

Esta dieta se ha hecho famosa por la rapidez con la que se puede perder peso en comparación con una dieta equilibrada, aunado a la difusión que han tenido sus resultados en las redes sociales.

Pero, **¿Por qué se llama dieta cetogénica?** Se llama así, porque se consume una mayor cantidad de lípidos, mayor que la recomendada en el Plato del Bien Comer. Los lípidos son las grasas que con-

## DIVERSOS TIPOS DE DIETA

**DIETAS HIPOCALÓRICAS:** Son bajas en calorías pero de manera equilibrada.

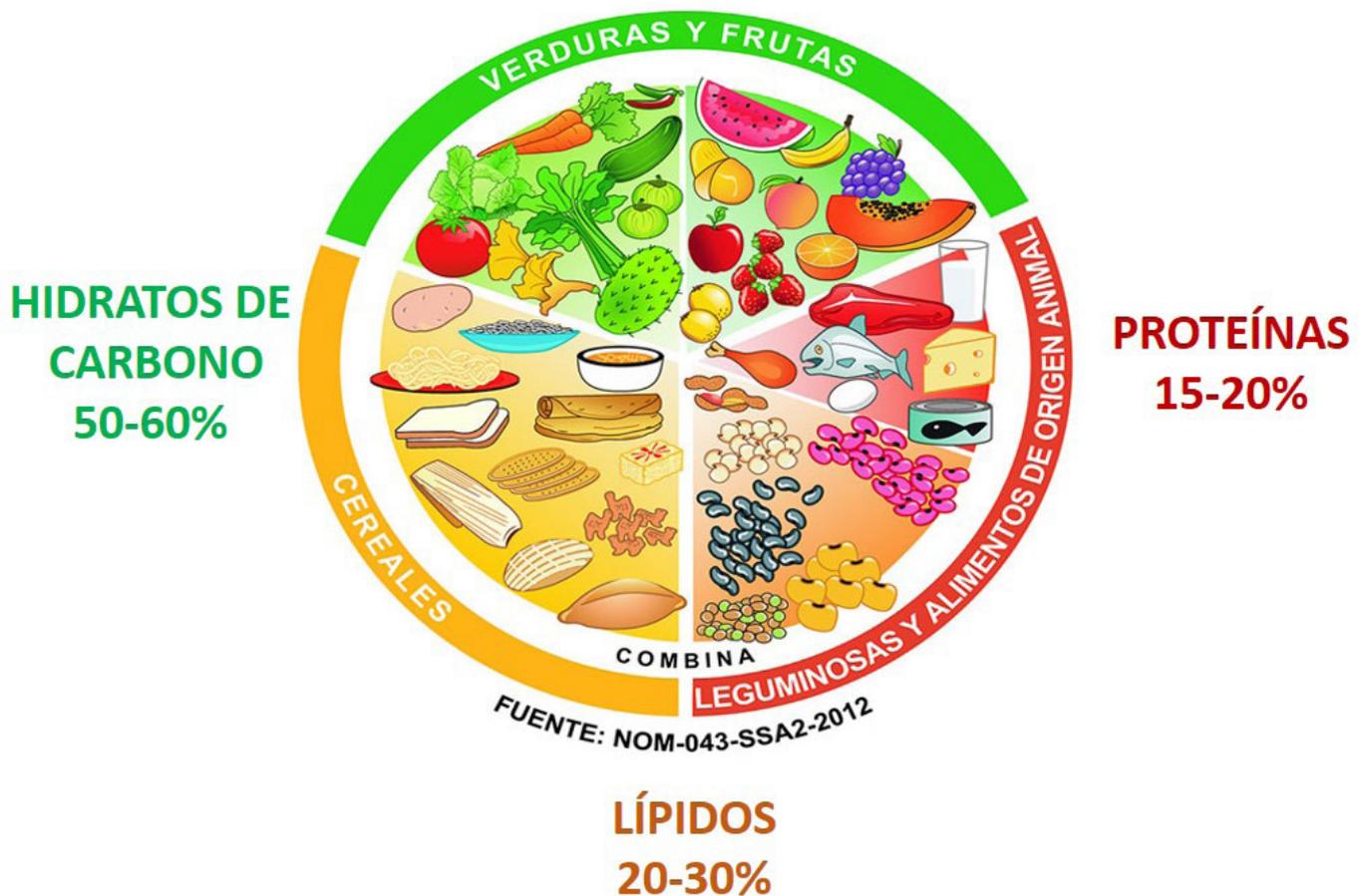
**DIETAS HIPERCALÓRICAS:** Se calculan a través de una dieta rica en hidratos de carbono y grasas.

**DIETA BASAL O EQUILIBRADA:** Son aquellas que tienen como objetivo mantener el peso de forma saludable y equilibrada.

**DIETA VEGETARIANA:** Es la dieta basada principalmente en legumbres, frutas, verduras, hortalizas, semillas, granos, soya y algunos derivados de productos animales.

**DIETA CETOGÉNICAS:** Existen en varias modalidades y están principalmente basadas en eliminar principalmente los azúcares, los que se sustituyen por proteínas o lípidos. Se suelen emplear en caso de enfermedades como la epilepsia u obesidad.

# El Plato del Bien Comer



sumimos, y este consumo puede llegar a ser hasta del 70 % del total de las calorías, haciendo mínima la proporción de hidratos de carbono que se consumen. De esta manera, se lleva a cabo una condición en el organismo denominada “cetosis”, que le permite usar las grasas almacenadas como fuente primordial de energía.

La dieta cetogénica se utilizó con éxito a partir de 1920 para el tratamiento de las convulsiones epilépticas en niños, y en la actualidad, es utilizada como coadyuvante en la terapia de esta enfermedad. A su vez, se utiliza como **propuesta terapéutica para el sobrepeso y la obesidad**, ya que una de las grandes ventajas reside en que tiene un mayor efecto saciante por las cantidades elevadas de grasas, lo que retrasa el vaciamiento gástrico y conduce a disminuir la ingesta calórica diaria. En personas sanas, se puede perder peso de manera más rápida a partir de la utilización de grasa del propio organismo.

### Desventajas de la dieta cetogénica

Son varias las desventajas de esta dieta. En primer lugar, **el aporte de vitaminas y minerales es muy bajo** y no cubre los requerimientos mínimos, debido a la restricción de carbohidratos que inclu-

ye limitar la ingesta de frutas y verduras, que son precisamente los alimentos más ricos en vitaminas y minerales. En segundo lugar, esa baja de ingesta de frutas y verduras también disminuye la fibra dietética, lo cual **puede generar estreñimiento**. Y, en tercer lugar, se pueden presentar calambres, aliento fétido y debilidad. La dieta cetogénica es más difíciles de llevar a cabo en la población mexicana, pues al restringir la ingesta de carbohidratos, se restringe la ingesta de pan y tortillas, alimentos base de nuestra dieta diaria.

Es importante mencionar que se han realizado estudios en personas que siguen este tipo de dieta, observándose en ellas que **la función cognitiva es afectada**, ya que, el poder de atención, la velocidad de la memoria, el procesamiento de la información visual rápida, y la velocidad de procesamiento de la información, se deterioran significativamente. Además, dicho deterioro cognitivo está asociado a una elevación en los niveles de ácidos grasos libres en el plasma.

Teniendo en cuenta las desventajas de esta dieta, es importante que las personas con enfermedades cardíacas, renales, hepáticas o con diabetes *mellitus* tipo I que dependen de insulina para su control, **no usen esta dieta**. En este sentido, es

fundamental **verificar la salud inicial** de una persona antes de empezar una dieta de este tipo, ya que de ello dependerá su estado de salud.

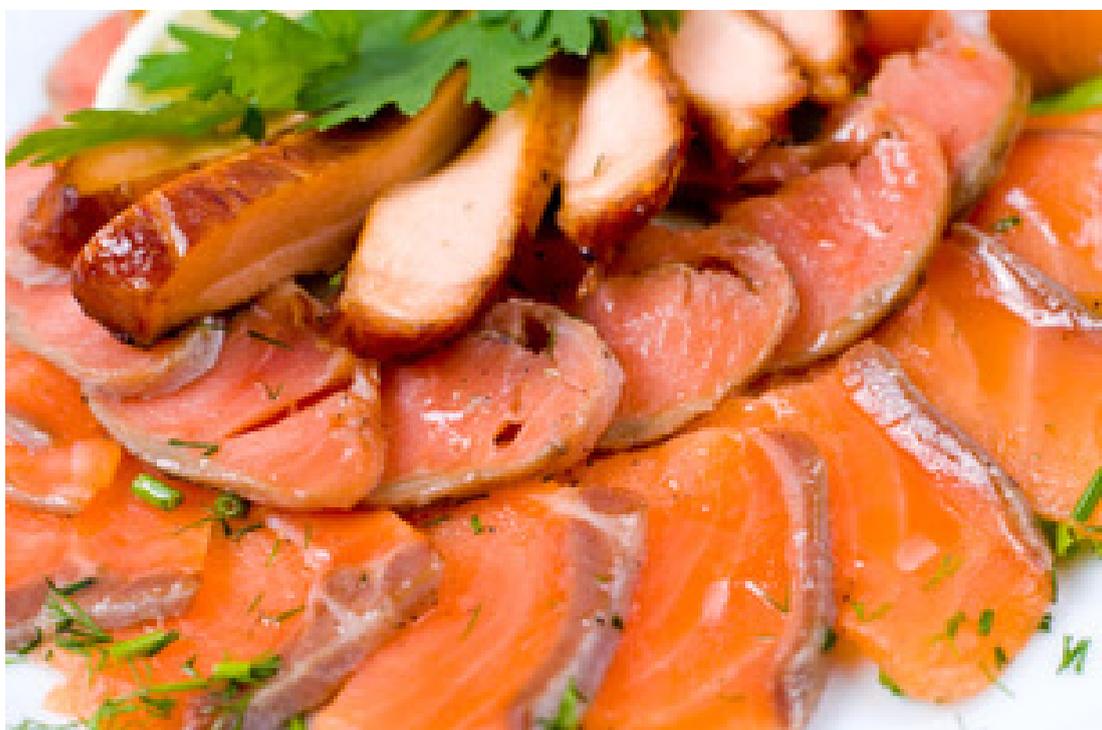
### Consideraciones finales

Los esfuerzos para mejorar los tratamientos contra el sobrepeso y la obesidad, deben centrarse en lograr una mejor adherencia al plan alimenticio, sin alterar la composición o distribución de los macronutrientes de la dieta.

Se debe **frenar el uso indiscriminado de este tipo de dietas**, ya que no es viable su uso en todas las personas. En este sentido, es recomendable educar al paciente para que su dieta sea equilibrada y esté basada en el Plato del Bien Comer; así mismo, el paciente debe aprender la importancia de seguir los consejos de su médico o de algún otro profesional de la salud, para que siga el plan de alimentación recomendado, ya que de no exis-

tir adherencia al mismo, ninguna dieta o plan va a rendir los frutos esperados. También es importante garantizar un aporte suficiente de agua y apoyarse en una rutina de ejercicio que vaya acorde al caso particular de cada persona.

Cuando el paciente acompaña su dieta del asesoramiento de un profesional, puede ir resolviendo los obstáculos que se van presentando.



Otero-Lamas, B. (2012). *Nutrición*. Estado de México, Red Tercer Milenio, 144 p.  
<http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/salud/Nutricion.pdf>

Johnston C.S, Tjonn S.L., Swan P.D., White A., Hutchins H. y Sears B. (2006). Ketogenic low-carbohydrate diets have no metabolic advantage over nonketogenic low-carbohydrate diets. *The American Journal of*

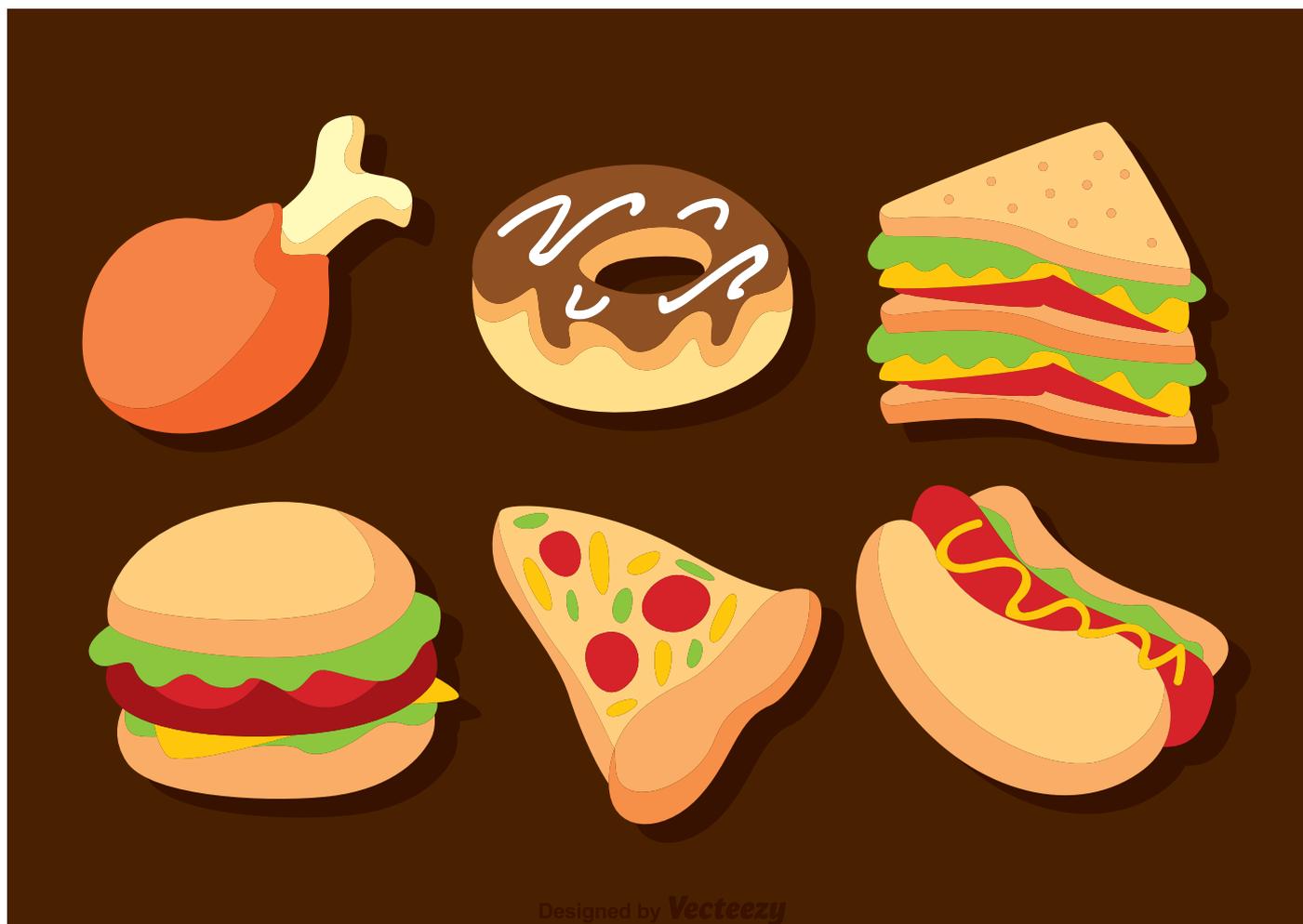
*Clinical Nutrition*, 83(5):1055-1061.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16685046>

Covarrubias-Gutiérrez P., Aburto-Galván M. y Sámano-Orozco L.F. (2013). Dietas cetogénicas en el tratamiento del sobrepeso y la obesidad. *Nutrición, clínica y dietética hospitalaria*, 33(2):98-111.  
<http://revista.nutricion.org/PDF/DIETAS-CETOGENICAS.pdf>

## ARTÍCULO

## Alimentos procesados y tu salud

Tania Yatzely Sánchez Calvillo



**Tania Yatzely Sánchez Calvillo**, Licenciada en Nutrición Humana y estudiante del Programa de la Maestría en Ciencias de la Salud de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[tania717@hotmail.com](mailto:tania717@hotmail.com)

La alimentación ha cambiado a lo largo de los años debido al **estilo de vida actual**. Ahora, es más fácil y rápido obtener alimentos casi o ya listos para su consumo; sin embargo, casi todos estos productos contienen ingredientes que son altamente dañinos para la salud y muy pocas personas tenemos conciencia de ello. En este sentido, en el presente artículo te hablaré de los **aditivos en alimentos procesados**, así como de las consecuencias que tiene para tu salud el consumirlos con frecuencia.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), un alimento es aquello que al consumirlo provee de energía y nutrientes al organismo. En la

actualidad, solo tienes que ir a un supermercado para acceder a casi cualquier tipo de alimento. Pero no siempre ha sido así de sencillo, ha existido una evolución de la alimentación humana. Piensa que, durante miles de años, el ser humano ha debido procurarse su alimentación, incluso en ocasiones, poniendo en riesgo su propia vida. Desde el punto de vista nutricional, la alimentación actual debería ser mejor que la de antes, ya que hoy en día encontramos en el mercado más **variedad de alimentos**, y muchos de buena calidad.

### Ingredientes adicionados a los alimentos procesados

Los cambios en el estilo de vida de la sociedad, han modificado la manera en que se alimentan las personas, ya que no podemos cumplir con los estándares de una alimentación saludable, como sería comer a determinada hora, no pasar muchas horas sin comer, comer con calma, consumir variedad de todo tipo de alimentos y en porciones adecuadas, además de garantizar que sean libres de cualquier contaminación.

En cambio, recurrimos al **consumo de alimentos que son fáciles de obtener y baratos**, sin importar que tan bueno o malo sea, y por lo general, son altos en calorías, en contenido de grasa, azúcar o sal. La mayoría se da en forma de comidas y "snacks" listos para comerse o calentarse, o de bebidas dulces. Estos alimentos procesados,

propician patrones de alimentación y bebida muy diferentes de aquellos donde los granos, productos lácteos, carnes, pescado y verduras frescas, son preparados y cocidos con el uso de ingredientes básicos, para hacer las comidas principales del día.

Los productos ultra procesados, usualmente se elaboran con ingredientes baratos. No sorprende que sus fabricantes busquen maximizar sus ganancias, sin importarles las consecuencias que puedan tener estos ingredientes en nuestro organismo.

Pero, **¿Qué es la comida procesada?** Se entiende por comida procesada cualquier alimento que sufre cambios o pasa por algún grado de procesamiento industrial antes de que lo podamos consumir. Los principales alimentos procesados que consumimos son: cereales para el desayuno, galletas, sopas instantáneas, embutidos, refrescos, jugos, barras energéticas, comida congelada, yogures y pan empaquetado. Este tipo de alimentos pueden ser una **alternativa cuando no es suficiente el tiempo para cocinar**, pero al consumirlos en exceso, o frecuentemente, pueden ser dañinos para la salud.

Para crear un alimento procesado y recibir un gran retorno de inversión, **la industria extrae algunas propiedades** de los alimentos como la fibra (porque los microorganismos son menos atraídos a alimentos sin nutrientes). Además, para darle mejor consistencia y un sabor intenso, se le añaden aditivos como la sal, las grasas, y entre los más



populares, el azúcar, que se añade principalmente para dar mejor sabor y crear consistencia y textura en los productos, para mejorar su apariencia y aceptación; y, también alarga la vida del alimento en el anaquel o su fecha de caducidad, lo que reduce costos de almacén y desperdicios.

Todo esto, aumenta las ventas, ganancias y mantiene al consumidor contento y fiel. Pero, cada persona puede o no elegir este tipo de alimentos con más precaución, y con base en su **educación nutricional**, ya que todos los alimentos procesados deben contener un etiquetado nutrimental que facilite elegir de manera correcta.

### ¿Cómo estos aditivos afectan nuestra salud?

El listado de ingredientes de un producto revela información muy interesante sobre el mismo. Por ejemplo, el orden de los ingredientes señala cuáles son los que tienen una mayor presencia en el producto —los que aparecen primero en la lista, están en mayor cantidad—, además de permitirnos ver si lleva azúcares añadidos, grasas vegetales de baja calidad, entre otros ingredientes. Te habrás dado cuenta que en las etiquetas de los alimentos procesados que venden en el supermercado, la gran mayoría tienen como ingredientes, productos con **nombres que son muy difícil de mencionar**.

A continuación, te presento una lista con los ingredientes más utilizados por la industria alimentaria, y que son también, los más dañinos para la salud:

#### Sabores Artificiales

Son aquellos químicos sintetizados en un laboratorio que no ofrecen ningún contenido nutricional, y que se utilizan para potencializar los sabores, así como para reducir costos al no tener que utilizar como materia prima un alimento natural. Este ingrediente se encuentra en casi todos los productos, desde dulces, cereales, yogures y sopas. Los efectos que pueden causar son neurotoxicidad y cáncer.

#### Glutamato Monosódico

Se utiliza como conservador en diversos alimentos, principalmente enlatados. También se utiliza como saborizante y su valor nutricional es nulo. Podría causar desórdenes neurológicos como migrañas, ciertos tipos de obesidad, enfermedad de Parkinson y enfermedad de Alzheimer.

#### Azúcares añadidos

Son aquellos que no existen naturalmente en un alimento o bebida, pero que se añaden durante el procesamiento o la preparación. Los azúcares añadidos agregan calorías, pero aportan poco valor nutricional, pueden causar aumento de peso y propiciar enfermedades como la diabetes *mellitus*,

desnutrición y enfermedades cardiovasculares. Dado que los azúcares añadidos no siempre se llaman "azúcar", puede ser difícil identificarlos en los alimentos, pero alguno de ellos son: el endulzante de maíz, jarabe de maíz, miel, melaza, dextrosa, fructosa, glucosa, lactosa, maltosa, sacarosa, entre otros.

#### Jarabe de maíz

Es un edulcorante alto en fructosa elaborado a partir de almidón de maíz, el cual es hidrolizado para obtener moléculas de glucosa libre. Su consumo excesivo produce un aumento de peso corporal, resistencia a la insulina, diabetes *mellitus*, entre otros. Es de los aditivos más utilizados en la industria, y se encuentran en casi todos los productos, incluso en los que creeríamos que no contenían algún tipo de azúcar.

#### Benzoato de sodio

Es utilizado como conservador en los alimentos, ya que inhibe la aparición de levaduras y bacterias. El benceno es un agente cancerígeno, que puede formarse, en cantidades muy bajas, en algunas bebidas carbonatadas no alcohólicas que contengan tanto sales de benzoato como de ácido ascórbico.

#### Colorantes artificiales

La mayoría de los colorantes artificiales son químicos sintéticos que no provienen de fuentes naturales, y sus nombres no aparecen usualmente en las etiquetas. Debido a que los colorantes son utilizados casi únicamente en alimentos de bajo valor nutritivo (caramelos, refrescos, gelatinas, etc.), sencillamente es mejor evitar este tipo de alimentos. El uso de colorantes suele indicar que no se han empleado frutas u otros ingredientes vegetales. Algunos **colorantes letales** aún se incluyen en muchos productos, como el Azul 1 y 2, que causan cáncer; el Rojo 3 que causa problemas de tiroides; el Verde 3, que causa cáncer de vejiga; y el Amarillo 6, que causa tumores en riñones y glándulas adrenales. Hay pruebas que indican que los colorantes pueden ocasionar hiperactividad en algunos niños sensibles.

#### Hidroxianisol Butilado (HAB)

Este ingrediente retarda el proceso de rancidez en los aceites, pero no solo en este producto es posible encontrarlo, ya que también lo contienen los cereales de desayuno comerciales, los chicles, las papas fritas, etc. Si bien la mayoría de los estudios indica que es seguro, un estudio realizado por científicos japoneses en 1982, demostró que causa cáncer en ratas. Este químico sintético puede ser reemplazado por químicos más seguros.

### Sacarina

En un aditivo que endulza 350 veces más que el azúcar. En 1977, la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés), propuso que se prohibiera la sacarina, ya que, el resultado obtenido a partir de una serie de pruebas realizadas con este ingrediente, determinó que causaba cáncer. Gradualmente ha sido sustituida por el aspartame, que es usado en muchos productos dietéticos.

### Cloruro de Sodio

La sal (NaCl), se usa en abundancia en muchos alimentos procesados como ingrediente saborizante (sopa, papas fritas, galletas, etc.), y si tomamos en cuenta que otros aditivos también contribuyen con sodio adicional, entonces es importante saber que una dieta alta en este ingrediente, puede causar elevada presión arterial, lo que aumenta el riesgo de ataques del corazón.

### Nitrito y Nitrato de Sodio

El nitrito se usa para estabilizar el color rojo en las carnes curadas y le da su sabor característico; no obstante, puede originar la formación de potentes químicos causantes de cáncer (nitrosaminas). Por su parte, el nitrato de sodio, se utiliza en car-

nes secas curadas como jamón, salchichas, tocino, pescado ahumado, porque se descompone lentamente en nitratos, y se comporta entonces, como los nitritos.

### Entonces... ¿Qué alimento puedes comer sin afectar tu salud?

Como vemos, la mayoría de los alimentos procesados que se consumen regularmente, contienen una mezcla de ingredientes no naturales y que son de gran riesgo para la salud, y si a ello sumamos que son de consumo diario, se eleva de gran manera las probabilidades de desarrollar alguna enfermedad. Lo preocupante, además, es que estos alimentos son consumidos desde edades muy tempranas.

Una de las recomendaciones más extendidas y habituales para mejorar nuestros hábitos alimenticios, es que basemos principalmente nuestra alimentación en alimentos frescos, limitando al máximo el consumo de aquellos que son procesados. También es recomendable consumir productos de temporada y que tenemos más a la mano, y contar con una orientación precisa, por lo cual lo ideal es acudir con especialistas en el tema de nutrición.

**¡Para cuidar tu salud, cuídate de lo que comes!**



Beas-Zarate, C. (2005). El glutamato: De nutriente cerebral a neurotóxico. *Ciencia*, 4:25-30.  
[https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/56\\_3/glutamato.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/56_3/glutamato.pdf)

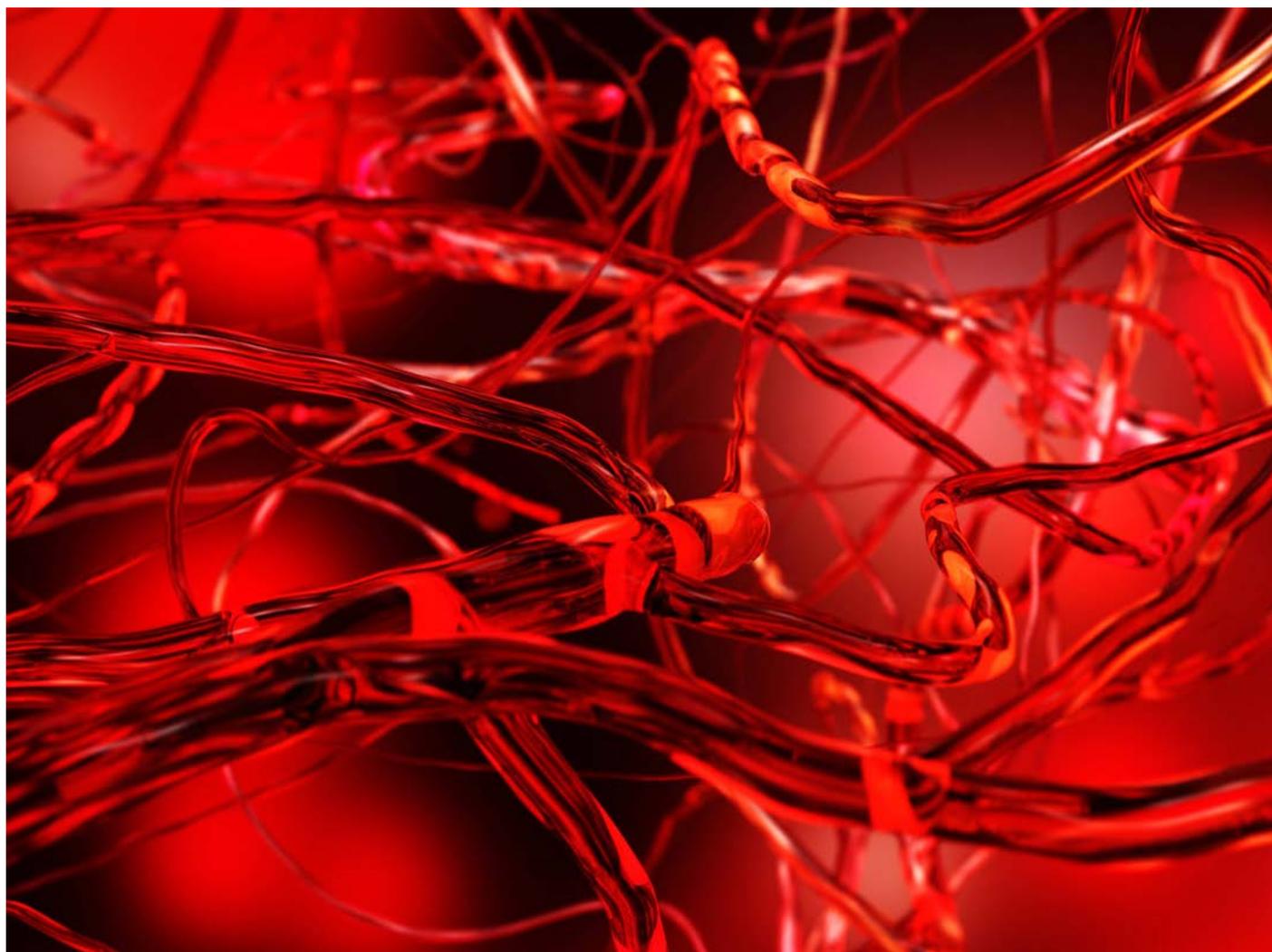
Esquivel-Solís V. y Gómez-Salas G. (2007). Implicaciones metabólicas del consumo excesivo de fructosa. *Acta Médica Costarricense*, 49:198-202.  
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/amc/v49n4/3543.pdf>

Vivas, F.J.M. (2008). El riesgo en los niños del consumo de alimentos transformados. Los agentes químicos en los alimentos. *Revista Cultural y Científica*, 32:279-331.  
file:///C:/Users/HP/Desktop/Dialnet-ElRiesgoEnLosNinosDelConsumoDeAlimentosTransformad-4371469.pdf

## ARTÍCULO

# Vasos sanguíneos, las carreteras de mi cuerpo

Elba Andrea Falcón Ruíz y Alejandra Ochoa Zarzosa



**Elba Andrea Falcón Ruíz**, estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas en el Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[ea.falconruiz@gmail.com](mailto:ea.falconruiz@gmail.com)

**Alejandra Ochoa Zarzosa**, profesora e investigadora del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[ochoaz@umich.mx](mailto:ochoaz@umich.mx)

**D**e manera constante, el organismo requiere de mantenimiento y comunicación entre todos los órganos. Para ello, es necesaria la presencia de una red que lo facilite, la cual está compuesta por los **vasos sanguíneos**. Al proceso encargado de formarlos, se le conoce como **angiogénesis** y comienza desde la etapa embrionaria. Sin embargo, si hay fallas en su regulación, la angiogénesis puede relacionarse con algunas enfermedades como la artritis reumatoide, la psoriasis, la retinoplastia diabética, o incluso, favorecer la aparición o **crecimiento de tumores**. De esto te hablaremos en este artículo, describiendo cómo se comunican los órganos de nuestro cuerpo, y para qué sirven esas vías de comunicación, en particular, los vasos sanguíneos.

## ¿Cómo se forman los vasos sanguíneos y cuál es su función?

Al igual que en una carretera de alta velocidad, en el interior del cuerpo humano a cada segundo se desplazan miles de células de manera muy rápida, gracias a lo cual, el organismo se mantiene en comunicación constante, permitiendo la distribución de nutrientes, e incluso, transportando desechos. Esta comunicación ayuda a que se lleve a cabo el **reclutamiento de células inmunológicas** (neutrófilos, macrófagos, linfocitos) en cada parte del cuerpo, ya sea para combatir patógenos o para mantener la estabilidad de los tejidos. El transporte de los diversos tipos celulares, depende de una buena "carretera de distribución", compuesta por los vasos sanguíneos que forman una red interna.

La formación de vasos sanguíneos ocurre por el proceso llamado angiogénesis, que por definición, corresponde a la formación de vasos sanguíneos nuevos a partir de otros preexistentes, que inicia desde la etapa embrionaria y se mantiene a lo largo de nuestra vida.

La angiogénesis ocurre de forma natural en procesos fisiológicos como en la ovulación, menstruación, reparación de heridas y mantenimiento de los tejidos, debido al equilibrio existente entre diversas moléculas conocidas como factores **pro-angiogénicos** y factores **anti-angiogénicos**. Sin embargo, cuando dichas moléculas no están reguladas de manera adecuada, favorecen a diversas condiciones patológicas relacionadas con respuestas inflamatorias.

### Procesos de formación de vasos sanguíneos

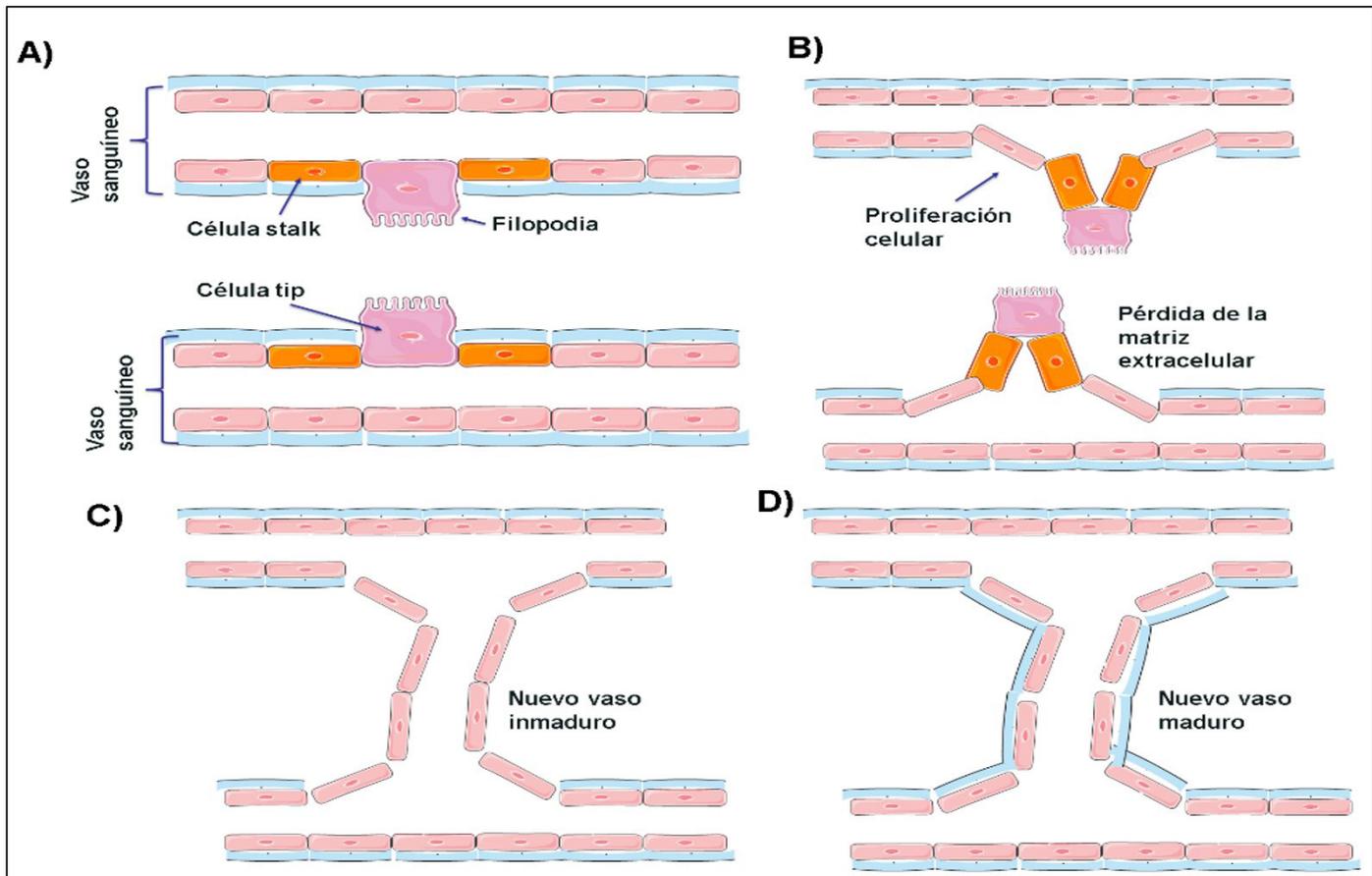
Los vasos sanguíneos están formados por capas, las cuales corresponden principalmente a una capa interna de **células endoteliales**, recubiertas de una matriz extracelular y pericitos (células contráctiles que rodean los capilares) que ayudan a mantener la estructura tubular y a dar soporte. Para que se inicie la formación de un vaso sanguíneo (nuevo), es necesario un **estímulo angiogénico**. La principal molécula angiogénica es el factor de crecimiento del endotelio vascular (VEGF, por sus siglas en inglés), el cual estimula a una **célula endotelial** para comenzar un proceso de elongación. Esta célula es conocida como célula "tip" ("punta" por su

traducción del inglés), mientras que sus células vecinas inmediatas, se conocen como células "stalk" ("tallo" por su traducción del inglés).

La **célula tip** secreta moléculas como Angiogenina-2 (Ang-2) para desprender a los pericitos de la matriz extracelular, lo que desestabiliza la estructura tubular, posteriormente proteínas del tipo metaloproteinasas (que destruyen proteínas ayudándose de un metal), degradarán a la matriz celular que rodea a las células tip y stalk; esta degradación permite iniciar el proceso de proliferación y elongación celular. La célula tip desarrolla unas prolongaciones llamadas "filopodia", que dirigen el rumbo hacia el cual el nuevo vaso naciente se prolongará, mientras que las **células stalk** proliferarán aumentando la longitud del vaso nuevo, el cual detendrá su proliferación cuando haga contacto con un vaso sanguíneo preexistente, al cual se conectará.

Hasta este punto, se considera un vaso inmaduro; para madurar, se reclutan pericitos que fortalecerán la unión de las células endoteliales, y se recuperará la matriz extracelular. Una vez que el vaso está maduro, se abre el canal de comunicación permitiendo el paso de sangre.

La angiogénesis suele confundirse con otros procesos similares que involucran células endoteliales, que son células que recubren el interior de los vasos sanguíneos, los cuales tienen relación con la formación de vasos linfáticos (linfangiogénesis), formación de arterias (aterogénesis) y principalmente se suele confundir con la vasculogénesis, que involucra el desarrollo de vasos sanguíneos, pero ésta es a partir de células precursoras o células madre, no de vasos preexistentes. Esto último se da en etapas embrionarias.



Proceso de formación de un nuevo vaso sanguíneo. A partir de dos vasos preexistentes, se desarrolla uno nuevo al estimular células endoteliales de cada vaso, los cuales se unirán por medio de los filopodios tras un proceso de elongación (Modificado de Servier Medical Art)

### Angiogénesis patológica

Como ya se mencionó, el proceso de la angiogénesis debe presentarse de manera equilibrada e iniciarse bajo condiciones fisiológicas; es decir, no todo el tiempo se están generando vasos sanguíneos nuevos, sino que solo se forman con estímulos específicos en situaciones particulares. Una de las condiciones que puede favorecer la angiogénesis es la inflamación, y esto puede producir enfermedades sistémicas o lesiones mecánicas, y/o en condiciones de hipoxia (falta de oxígeno).

Algunas enfermedades como la **artritis reumatoide** o la **psoriasis**, se caracterizan por presentar de manera crónica un estado inflamatorio, donde se están produciendo constantemente mensajeros químicos conocidos como citocinas, que llevan a cabo un papel fisiológico importante en la regulación de diversos procesos. De manera interesante, se ha determinado que muchas citocinas también participan en la angiogénesis; por ejemplo, si se produce una herida profunda el tejido se inflama y requiere de una correcta irrigación sanguínea para repararla, por lo que se generan vasos sanguíneos nuevos en este proceso de reparación tisular.

Por otro lado, cuando disminuye la concentración disponible de oxígeno, las células producen el factor inducible de **hipoxia** (HIF, por sus siglas en inglés), que actúa como una señal de alerta para estimular a las **células endoteliales** a formar más vasos sanguíneos, y con esto, aumentar la concentración de oxígeno. Esto permite entender, la razón por la cual los tumores cancerosos son capaces de aumentar su tamaño a gran velocidad, y es que estas masas para mantenerse en crecimiento, requieren grandes cantidades de nutrientes y de oxígeno, agotando las provisiones cercanas.

Se ha determinado que las **células tumorales** son capaces de aumentar la producción de HIF, lo que trae como consecuencia la producción rápida de vasos sanguíneos alrededor de la masa tumoral, ayudando a la **supervivencia del tumor**. Aunado a esto, el aumento en la presencia de vasos sanguíneos cercanos a la masa tumoral, favorece también el **desarrollo de metástasis**, pues, si una célula tumoral se desprende de esta masa, podría ser capaz de transportarse por alguno de los nuevos vasos formados, y con esto, viajar a sitios alejados de la zona de crecimiento del tumor diseminando este tipo de células.

**Las citocinas son pequeñas moléculas de carácter proteico, necesarios para la comunicación celular que desencadenan respuestas específicas, como los procesos inflamatorios o los antiinflamatorios. Las citocinas se conocen como interleucinas (IL), que son secretadas prácticamente por cualquier célula del cuerpo, pero para poder producirse, la mayoría de éstas, requieren de un estímulo previo como una señal de daño o la presencia de algún patógeno. Cuando una célula reconoce ya sea un daño o algún patógeno, informa a otras células mediante la secreción de citocinas, e incluso puede atraer más células al sitio de daño por la intervención de otro tipo de citocinas llamadas “quimiocinas”, moléculas especializadas para atraer diversos tipos de células.**

### ¿Todos los vasos sanguíneos nuevos son iguales?

La respuesta es NO. Dentro del proceso de la angiogénesis hay formación de diferentes tipos de vasos sanguíneos nuevos. Los vasos sanguíneos que se pueden formar en condiciones fisiológicas, presentan características más estables, las células se organizan mejor y sin dejar espacios, y producen las **proteínas de la matriz extracelular** de forma constante; mientras que, cuando se requiere un vaso sanguíneo para mantener un tumor, el crecimiento del vaso es rápido y desorganizado, puesto que el tumor crece y requiere nutrientes y oxígeno de manera descontrolada.

En este caso, la angiogénesis se “acelera” en la formación del vaso y en la producción de la matriz extracelular, lo que trae como consecuencia una **arquitectura deformada e inestable** de los vasos sanguíneos, susceptible a modificar la permeabilidad capilar. Algunos estudios sugieren que, precisamente, esta característica anormal de los vasos tumorales, es lo que favorece la migración de células cancerosas y el establecimiento de la metástasis, por lo que en los últimos años se ha visto a los **vasos sanguíneos de los tumores**, como un

posible **blanco terapéutico** para evitar el crecimiento de éstos.

Si en sentido figurado, se considera a un tumor como un organismo independiente, éste necesita crecer, por lo que estar nutrido y tener un ambiente favorable es indispensable. Pero este tumor no está solo, tiene competencia por los nutrientes con el resto del organismo, entonces **¿Qué estrategia desarrolla para sobrevivir?** Al respecto, se ha considerado metafóricamente que un tumor canceroso “pelea” y “engaña” al organismo para obtener sus nutrientes, o simplemente los “secuestra”. Por poner un ejemplo, se ha visto que las células cancerosas producen grandes cantidades de moléculas como HIF e IL inflamatorias, lo que alerta al organismo de que algo está pasando y que por tanto requiere atención. El organismo en respuesta, aumenta la cantidad de nutrientes en la zona, y las células cancerosas toman dichos nutrientes, evitando que éstos lleguen a más tejidos.

Considerando lo anterior, resulta lógico pensar que una estrategia para evitar el crecimiento y diseminación de las células cancerosas, es **el bloqueo de los caminos que las nutren**. En esta analogía, los caminos son los vasos sanguíneos por donde llega el oxígeno y los nutrientes al tumor.

### Bloqueo de la angiogénesis como terapia en el tratamiento de tumores

El bloqueo de la angiogénesis, pareciera ser una estrategia infalible en el tratamiento de tumores; sin embargo, decirlo es mucho más fácil que hacerlo, pues se ha visto que estas células son capaces de desarrollar **tácticas que engañan al sistema** para seguir produciendo vasos sanguíneos que les permitan mantenerse. Muchas de las terapias contra tumores cancerosos han adoptado una **estrategia mixta**, es decir, además de la quimioterapia para matar a las células tumorales, se utiliza en conjunto medicamentos como Bevacizumab® o Talidomida® para disminuir la formación acelerada de los vasos sanguíneos.

Estas terapias combinadas, han dado buenos resultados en algunos tipos de tumores, aunque esta estrategia no ha funcionado para todos los tipos de cáncer, principalmente debido al tipo de moléculas que afecta. Actualmente, se sigue en

la búsqueda de moléculas que ayuden a bloquear estos mecanismos. Uno de los principales inconvenientes con esta terapia, son los **efectos secundarios adversos**, pues al bloquear un proceso que está presente prácticamente en todo el organismo (la angiogénesis), se alteran procesos fisiológicos vitales que pueden ir desde hemorragias y coágulos, hasta perforación gastrointestinal, daño al sistema nervioso central y el corazón.

### Formación de vasos sanguíneos en enfermedades crónico-degenerativas

Hasta ahora hemos hablado de tumores cancerosos y de la ventaja que obtienen al aumentar la angiogénesis, pero **¿Qué pasa en otras enfermedades?** También la angiogénesis se ha estudiado en varios padecimientos como la degeneración macular (causante de ceguera), en la que se aumenta el proceso angiogénico, o en el pie diabético donde se ha visto la disminución de formación de vasos sanguíneos. Además, hay enfermedades que presentan alteraciones debido al aumento o disminución, en zonas específicas, de vasos sanguíneos, como es el caso de la **diabetes**.

La diabetes *mellitus* es un **desorden metabólico** que se caracteriza por un aumento en la cantidad de glucosa en la sangre, generando diversas complicaciones dependiendo el nivel de avance de la enfermedad. En personas con diabetes avanzada, se pueden presentar alteraciones como retinopatía diabética, neuropatía diabética, deficiencia

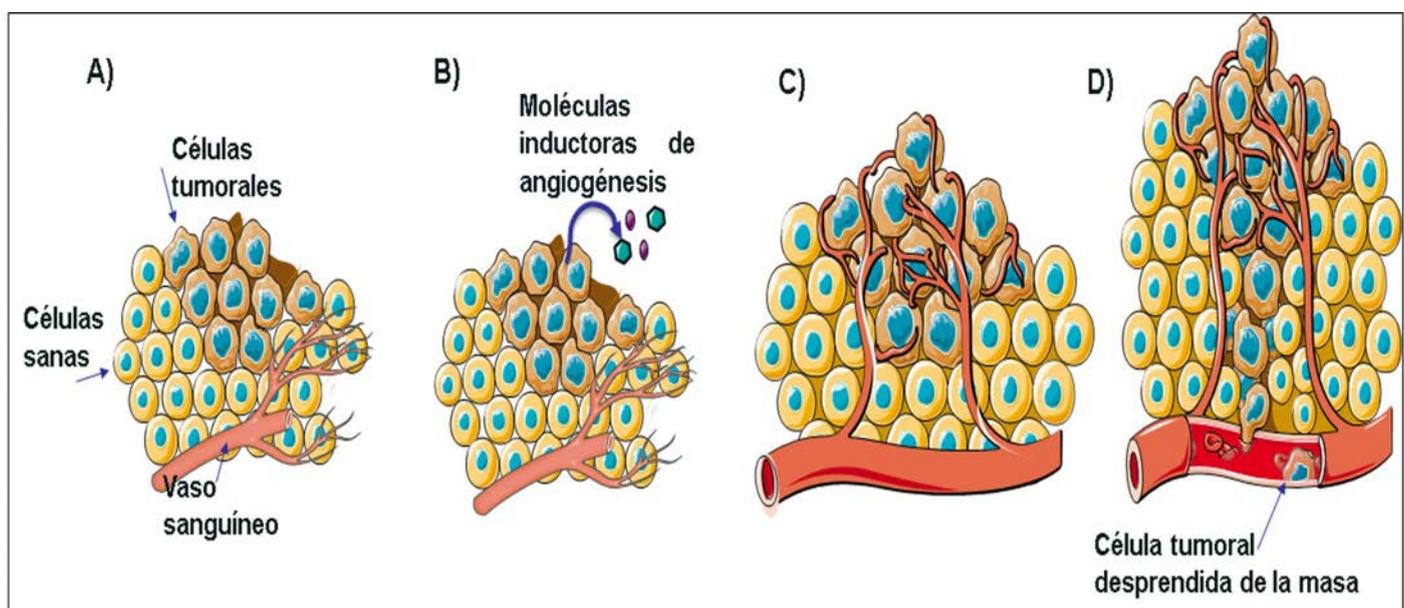
en la cicatrización, entre otras. Además, se ha visto que los embriones de **madres diabéticas** sufren anomalías en la angiogénesis y vasculogénesis, lo que se asocia a las deficiencias en la angiogénesis de la placenta, que eventualmente pueden desencadenar abortos o nacimientos prematuros.

Estos daños se ven influenciados por condiciones específicas de la formación de vasos sanguíneos. Otro de los padecimientos más frecuentes en personas diabéticas, es la formación de úlceras en los pies, culminando en amputación en el 80 % de los casos. Estas úlceras generan el conocido **"pie diabético"**, el cual se asocia a la deficiencia en la capacidad de cicatrización debido a que presentan alteración en el proceso de angiogénesis.

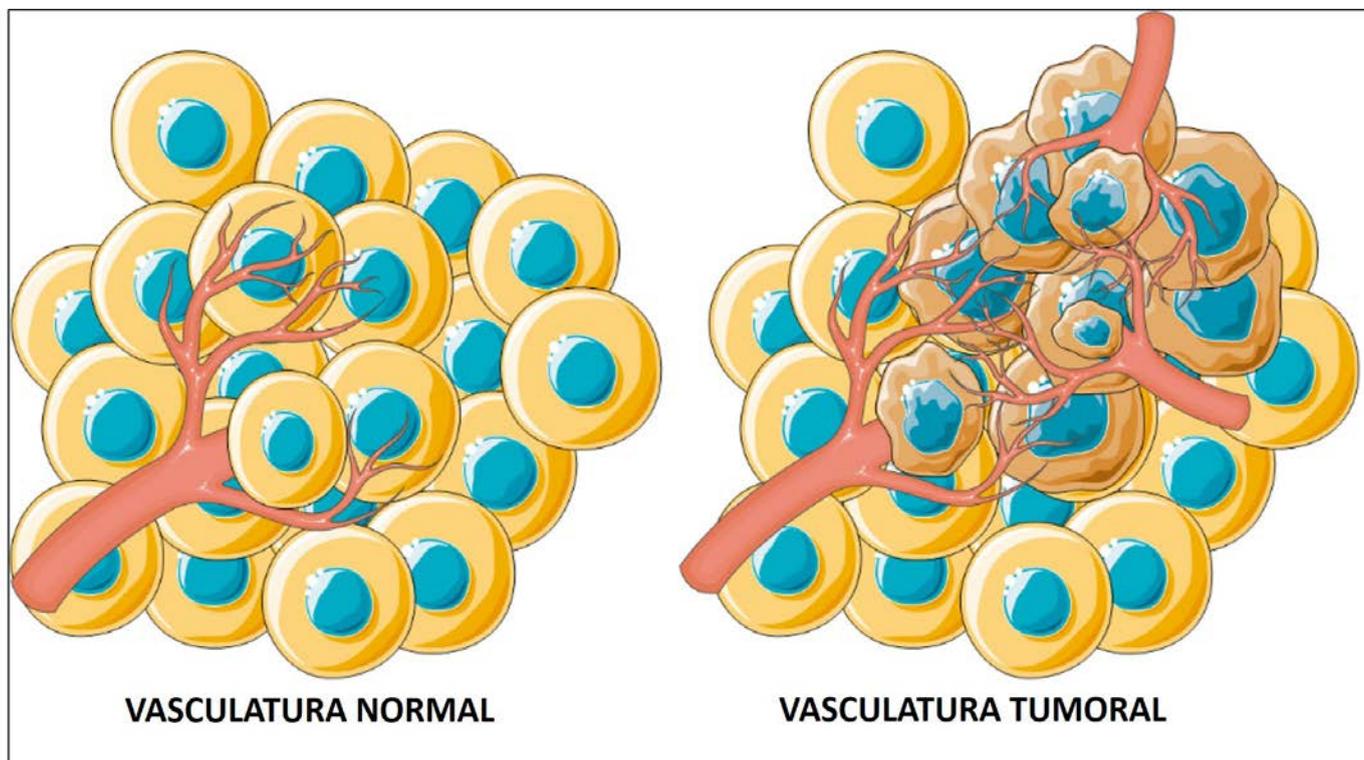
Adicionalmente, las anomalías en la angiogénesis de personas diabéticas, no permiten que sean candidatos a trasplantes, esto se debe a que, en personas sanas (no diabéticas) la **revascularización** del tejido tarda aproximadamente 10 días (variando del tipo de trasplante), mientras que en personas diabéticas, la vascularización se retarda por la ausencia de moléculas estimuladoras de la angiogénesis, lo cual puede dañar al tejido trasplantado.

### Tratamientos dirigidos hacia la angiogénesis

Hemos visto hasta aquí, la gran importancia que presenta la angiogénesis en diversos procesos patológicos, por lo que se han desarrollado algunas estrategias terapéuticas con el propósito de



Representación del crecimiento de un tumor debido a la formación de vasos sanguíneos nuevos a) Masa tumoral. b) El tumor secreta moléculas para estimular el crecimiento de vasos sanguíneos nuevos. c) El tumor crece por los nutrientes que obtiene. d) Una célula se libera de la masa tumoral y viaja a través de los vasos sanguíneos formados (Modificado de Servier Medical Art)



*Representación de la vasculatura en tejidos normales y tejidos tumorales. En la vasculatura normal, todas las células tienen una oxigenación adecuada y la formación de vasos es ordenada, por el contrario, en las células tumorales (región verde, figura de la derecha) algunas presentan una mala oxigenación, lo que estimula una formación rápida y desordenada de vasos sanguíneos (Modificado de Servier Medical Art)*

**inhibirla**; por ejemplo, en la degeneración macular se usa Ranibizumab® como tratamiento principal, o para estimularla, aunque no hay medicamentos aprobados específicos para este fin. Varios grupos de investigación están probando el uso de péptidos sintéticos como IDR-1018 o PR1P, para estimular la angiogénesis en la reparación de heridas y pie diabético.

Algunos de los tratamientos que se usan actualmente con el fin de inhibirla, están enfocados principalmente contra tumores cancerosos, y se dividen en dos grupos: los que actúan contra **moléculas específicas** para la angiogénesis y los que son **inespecíficos**.

1.-Por mencionar algún ejemplo de los inespecíficos, se encuentran la Doxiciclina® y el Zolendronato®, cuya acción farmacológica es indirecta en contra de las rutas que regulan la angiogénesis.

2.-Con respecto a los específicos, los más usados actualmente son Bevacizumab®, Endostatina® y Sunitinib®. Estos tratamientos se usan de manera conjunta con quimioterapia para disminuir el crecimiento de algunos tipos de cáncer, como el colo-rectal o gastrointestinal principalmente, pues aún no se

tiene la autorización por la Administración de Alimentos y Medicamentos de EE.UU. (FDA, por sus siglas en inglés), para emplearlos de manera general.

Las **desventajas** del uso de este tipo de medicamentos consisten principalmente en que, si se dejan de aplicar incluso por breves periodos de tiempo, surgen de nueva cuenta más vasos sanguíneos que irrigan al tumor, aunado con el alto costo de este tipo de tratamientos y a los efectos adversos como cardiotoxicidad, hipertensión o hemorragias.

### **Péptidos antimicrobianos como alternativa para regular la angiogénesis**

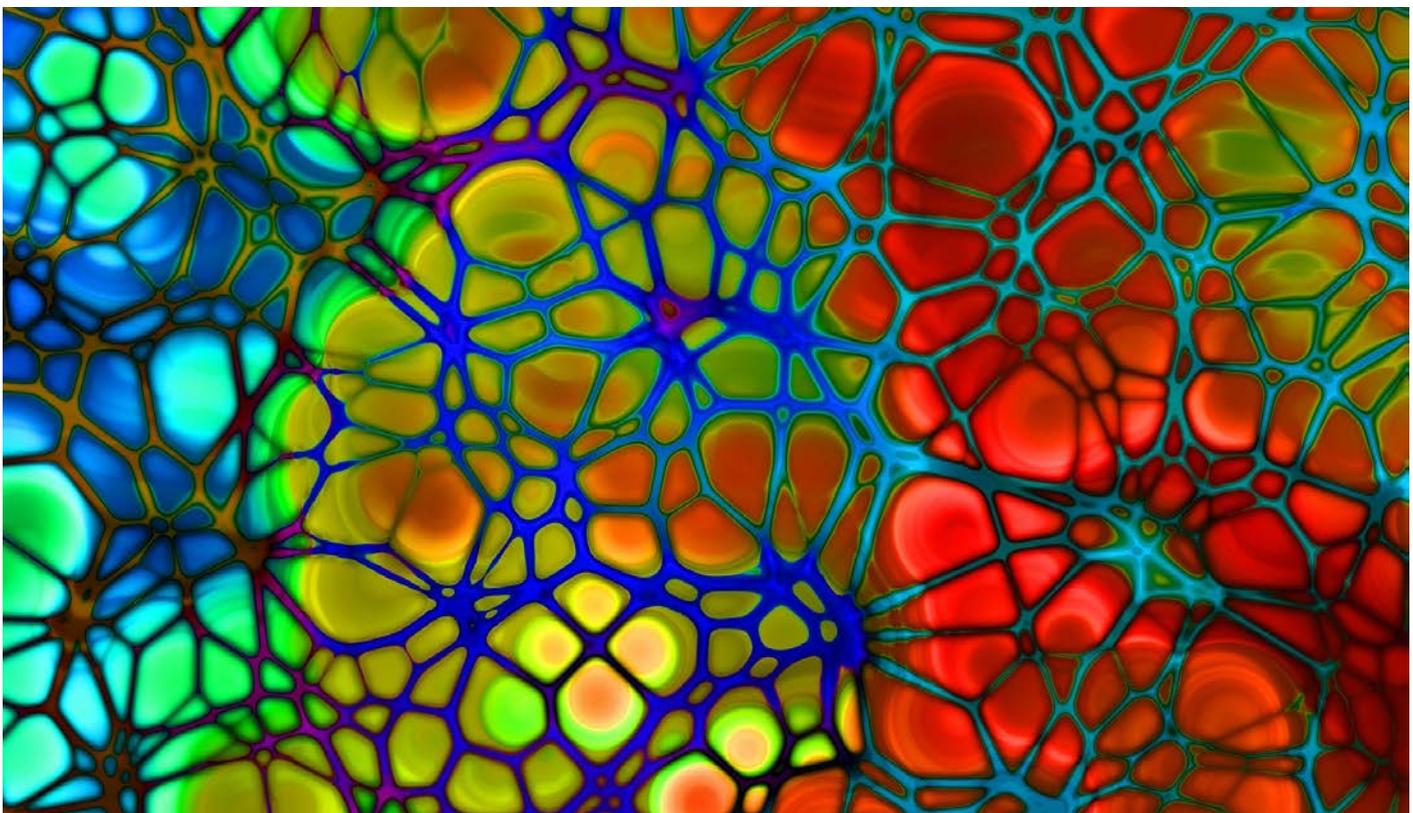
Otros grupos de investigación se han centrado en la búsqueda de nuevas terapias alternativas que ayuden a regular la angiogénesis, usando moléculas menos tóxicas con el organismo y provenientes de fuentes naturales, como son los **péptidos antimicrobianos**. Éstos son moléculas pequeñas a los que inicialmente se les atribuyó una capacidad para combatir patógenos y son producidos prácticamente por todos los organismos. Sin embargo, en años recientes se ha visto que presentan actividades muy diversas como influenciar al sistema inmune, e incluso, alterar la angiogénesis, aunque

hasta ahora no existe ningún péptido aprobado para ese fin.

La búsqueda de péptidos antimicrobianos con este tipo de actividades, parece ser una **buena propuesta como tratamiento** contra la angiogénesis generada en los tumores cancerosos; se ha encontrado que algunos péptidos provenientes de plantas, ranas, bovinos, e incluso insectos, presentan **propiedades anticancerosas**. Sin embargo, aún falta desarrollar más estudios al respecto que sustenten que estas pequeñas moléculas, presentan más beneficios que los tratamientos farmacológicos generados por química sintética que se emplean actualmente.

### El reto para regular el proceso de la angiogénesis

La angiogénesis es un proceso fisiológico normal y necesario en el desarrollo de los organismos; sin embargo, cuando no es regulado correctamente, puede beneficiar procesos patológicos como el cáncer o enfermedades crónico-degenerativas. El emplear a la angiogénesis como un blanco terapéutico en estos padecimientos, representa un gran reto, ya que se puede alterar también la angiogénesis fisiológica. Por lo anterior, resulta necesario continuar con la investigación sobre los mecanismos moleculares y celulares que subyacen en este proceso, para que, en un futuro, se pueda modificar de manera regulada.



Inhibidores de la angiogénesis. Instituto Nacional de Cáncer. <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/tratamiento/tipos/inmunoterapia/hoja-informativa-inhibidores-angiogenesis>

Mentzer, S.J. y Konerding M.A. (2014). Intussusceptive angiogenesis: expansion and remodeling of microvascular networks. *Angiogenesis*, 17(3):499-509. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4063884/pdf/nihms-579404.pdf>

Saavedra Torres J.S., Zúñiga Cerón L.F., Freyre Bernal

S.I., Muñoz Ordoñez G.W. y Salguero C. (2017). El rol de VEGF en la Angiogénesis fisiológica y tumoral. *Medicina*, 39(3):190-209. <https://revistamedicina.net/ojsanm/index.php/Medicina/article/view/118-3>

Sánchez Socarrás, V. (2001). Papel de la angiogénesis en el crecimiento tumoral. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 20(3):223-230. <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v20n3/ibi10301.pdf>

## ARTÍCULO

# Un delicado balance entre la diabetes y el hierro

Donovan Javier Peña Montes y Alfredo Saavedra Molina



**Donovan Javier Peña Montes**, estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias en Biología Experimental del Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[yodonnie@gmail.com](mailto:yodonnie@gmail.com)

**Alfredo Saavedra Molina**, Profesor e Investigador en el Laboratorio de Bioquímica del Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[saavedra@umich.mx](mailto:saavedra@umich.mx)

**E**l hierro es un metal que juega un papel fundamental en casi todos los organismos, incluidos nosotros los seres humanos; no obstante, un exceso o una falta de éste, puede ser perjudicial. En este sentido, los niveles de hierro se deben mantener **delicadamente equilibrados**, ya que el hierro intracelular en exceso, es una fuente y un amplificador de especies reactivas de oxígeno y, por lo tanto, tóxico a concentraciones elevadas.

En este artículo te mostramos la importancia de este elemento, el **hierro**, en relación con la enfermedad crónica llamada **diabetes mellitus**, enfermedad metabólica de carácter mundial y que

en nuestro país se considera un problema de salud pública, debido a su elevada prevalencia y al impacto de sus complicaciones en la calidad de vida de la población mexicana.

#### Un breve vistazo a la estadística de la diabetes

La diabetes *mellitus* es una **enfermedad metabólica** caracterizada por niveles elevados de glucosa o “azúcar” en la sangre, debido a la alteración en la producción de la hormona insulina o en las acciones de la misma, y por consiguiente, genera un desbalance metabólico en el organismo. La Federación Internacional de la Diabetes (FID), en su publicación “Atlas de la Diabetes 2019”, reportó que en el mundo existen aproximadamente 463 millones de personas con esta enfermedad.

México hoy en día ocupa el 6to. lugar a nivel mundial de personas con diabetes. Aproximadamente, un total 12.8 millones de adultos tienen esta enfermedad, lo que representa cerca del 10 % de la población mexicana (129 millones); estos alarmantes números, la convierten en un **problema de salud pública**. De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en México, la diabetes es la **segunda causa de muerte** (la primera son las enfermedades cardiacas). Uno de los mayores problemas que presentan las personas con diabetes, son los daños a diferentes tejidos u órganos, generando complicaciones a largo plazo (crónicas),

convirtiéndose así, en la responsable del deterioro en la calidad de vida y la mortalidad.

Todos los tipos de diabetes son, sin lugar a dudas, importantes; no obstante, en México y en el mundo, la de mayor prevalencia es la diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2) con más del 90 % de los casos diagnosticados. Dentro de los factores más importantes para el desarrollo de la DM2, están la **obesidad y el sobrepeso**. Sin embargo, existen otros factores que también pueden ser detonantes para su desarrollo como el sedentarismo, la mala alimentación, antecedentes familiares y los genes.

#### Pero ¿Qué relación hay entre el hierro y la diabetes?

El hierro es un metal fundamental y uno de los micronutrientes más importantes en el organismo, e indispensable para las diversas actividades metabólicas de la célula, en casi todos los organismos. En el ser humano, los niveles de hierro son de tres a cuatro gramos en el cuerpo, y una de las principales proteínas que necesita hierro es la **hemoglobina**, la cual se encarga del transporte de oxígeno en la sangre y se encuentra contenida en los glóbulos rojos. Los niveles de este mineral en el organismo, están delicadamente controlados, ya que, bajos niveles pueden ocasionar **anemia**. Además, también están asociados con la obesidad, la



cual es uno de los principales factores para desarrollar la diabetes *mellitus* tipo 2.

Mientras que, un exceso de hierro, se encuentra asociado con daños a diversos órganos como el páncreas, el cual se encarga de la síntesis de insulina, hormona encargada de regular la cantidad de glucosa de la sangre. De hecho, se ha observado una influencia directa entre los niveles de hierro en el organismo y la diabetes. En enfermedades como la **hemocromatosis hereditaria**, enfermedad en la que el exceso de hierro se acumula en el cuerpo, y en la **talasemia**, enfermedad hereditaria caracterizada por la síntesis defectuosa de hemoglobina y cuyo tratamiento son repetidas transfusiones de sangre, lo que se da es una **sobrecarga de hierro**. Asimismo, se ha reportado que el hierro contribuye con alteraciones en las acciones de la insulina, dando a lugar a la resistencia de ésta.

La resistencia a la insulina en órganos como el hígado y el tejido adiposo, tiene una influencia sumamente importante en el **desarrollo de la pre-diabetes** (también denominado intolerancia a la glucosa), y subsecuentemente, a la diabetes *mellitus* tipo 2. Pero, mientras el hierro puede ocasionar diabetes, la diabetes en sí misma, puede producir un incremento en los niveles de hierro en el organismo, acelerando incluso la progresión de la enfermedad y el desarrollo de complicaciones crónicas.

### Complicaciones de la diabetes y el hierro

Existen diferentes factores que contribuyen a la aparición de complicaciones crónicas de la diabetes, tales como la hiperglucemia, presión arterial elevada y la inflamación. Sin embargo, se ha reportado que el hierro puede participar en el desarrollo de las complicaciones de la diabetes, como con la **nefropatía diabética** (también llamada enferme-

# DIABETES



dad renal diabética), a la vez que se le ha vinculado en el desarrollo de **hígado graso**.

El hierro se ha vinculado con estas complicaciones por tener la capacidad de generar **especies reactivas de oxígeno**, generando estrés oxidante en órganos con sobrecarga de hierro como en los riñones o el hígado durante la diabetes, dando lugar a un incremento o amplificando el **daño en las células**, generando de esta manera, la pérdida de sus funciones.

La **disminución de hierro** en el organismo se ha reportado como benéfico en un estado de **estrés oxidante**, ya que puede prevenir o retardar la aparición de estas complicaciones. Sin embargo, aún existen más preguntas que respuestas en esta importante relación diabetes-hierro, por lo que es importante continuar con las investigaciones para encontrar posibles tratamientos que permitan controlar la pérdida en este delicado balance entre la diabetes y el hierro.



Andrews M.G. y Arredondo M.O. (2012). Rol del hierro en el desarrollo de diabetes *mellitus* tipo 2. *Revista Chilena de Endocrinología y Diabetes*, 5(3).  
<http://www.revistasoched.cl/3-2012/5.html>

International Diabetes Federation. (2019). Atlas de la Federación Internacional de Diabetes. Novena edición.  
<https://www.diabetesatlas.org/es/resources/>

Simcox J.A. y McClain D.A. (2013). Iron and diabetes risk. *Cell Metabolism*, 17(3): 329-341.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3648340/pdf/nihms449221.pdf>

# ARTÍCULO

## La batalla entre humanos y bacterias patógenas

Daisy Pineda Suazo y Gerardo Vázquez Marrufo



**Daisy Pineda Suazo**, estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas en el Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[mvzdpineda@gmail.com](mailto:mvzdpineda@gmail.com)

**Gerardo Vázquez Marrufo**, profesor e investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[gvazquezmarrufo@yahoo.com.mx](mailto:gvazquezmarrufo@yahoo.com.mx)

Las bacterias patógenas han acompañado desde siempre al ser humano

Las bacterias patógenas han afectado la salud humana desde los inicios del proceso de civilización, o incluso desde antes. En **huesos de indígenas** peruanos, cuya antigüedad se calcula en mil años, se encontró ácido desoxirribonucleico (ADN) de *Mycobacterium pinnipedii*, una bacteria cercana a *Mycobacterium tuberculosis*, causante de la tuberculosis humana. Aunque una especie cercana a estas dos, ya existía hace cinco mil años.

Algunas enfermedades infecciosas bacterianas, han provocado altos niveles de mortandad en periodos muy cortos de tiempo. La **Pandemia Justiniana**, ocurrida en el Norte de África y Europa entre los años 541 y 767 y ocasionada por la bacteria *Yersinia pestis*, es un ejemplo de ello. Esta misma

bacteria causó la llamada **Muerte Negra** en la Europa medieval, la cual provocó el fallecimiento de una tercera parte de la población europea de entonces. Aunque había duda sobre el origen de la mortandad tan elevada de ese periodo, el ADN de la bacteria, recuperado de esqueletos humanos antiguos, indica que este patógeno fue el culpable.

Un ejemplo histórico más reciente es la mortandad masiva de población indígena en México durante el periodo 1545–1550, por una enfermedad que los indígenas llamaban *cocoliztli*. Investigadores de Alemania, Estados Unidos de América (EUA) y Suiza, en colaboración con científicos del Instituto Nacional de Antropología e Historia de México, han relacionado al *cocoliztli* con una variante de la bacteria *Salmonella enterica*, denominada **serotipo Paratyphi C**. Los investigadores llegaron a este resultado debido a que esqueletos de un cementerio indígena en Oaxaca, tenían el ADN de esta bacteria, por lo que proponen que se trató de la denominada fiebre entérica (tifoidea/paratifoidea), que es la enfermedad provocada por el patógeno identificado.

Estos casos sirven para ejemplificar, cómo el ser humano ha padecido enfermedades ocasionadas por bacterias que han representado **un serio problema de salud** desde que inició su expansión por la Tierra. Pero, ¿Cómo se pudo empezar a combatir eficazmente éstas y otras enfermedades causadas por bacterias? A partir del descubrimiento e introducción de **los antibióticos**.

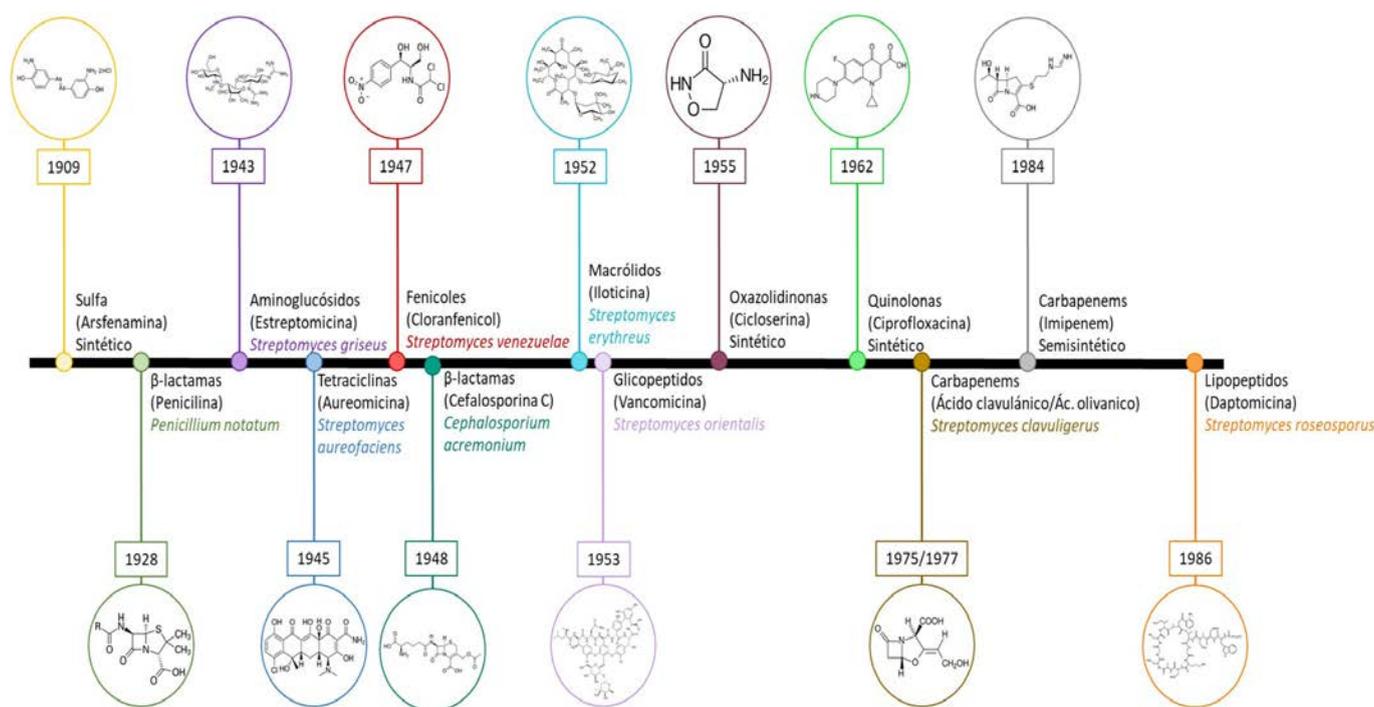
### Los antibióticos, una herramienta para combatir las bacterias patógenas

Los antibióticos son compuestos orgánicos

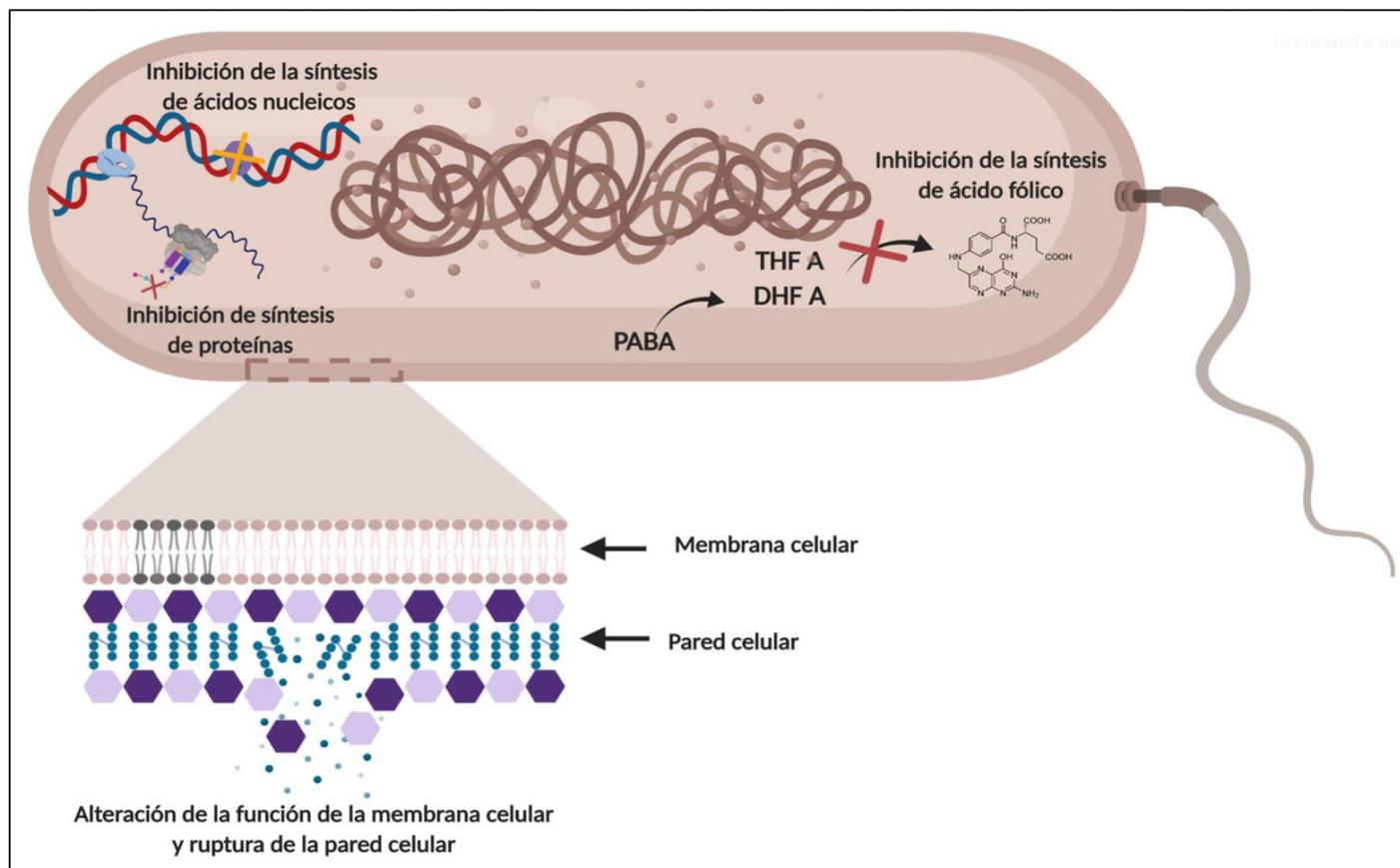
que inhiben el crecimiento bacteriano o matan a las bacterias, y están dirigidos a moléculas o estructuras específicas dentro de las células bacterianas. Comúnmente se acepta que los antibióticos son de **origen natural**, al ser producidos por especies de distintos grupos biológicos. Algunos otros científicos también reconocen como antibióticos, a moléculas totalmente **sintetizadas** por el hombre en laboratorios farmacéuticos, aunque no todos están de acuerdo en esto. Un tercer grupo serían los antibióticos "**híbridos**", en los que una parte de la molécula es natural y la otra sintética.

Si se aceptan las moléculas sintéticas, puede considerarse que el uso de antibióticos inició con la **arsfenamina** en 1910 y la posterior introducción del **prontosil** en 1932. Pero si por el contrario, solo se consideran las moléculas de origen natural, entonces debemos tomar en cuenta el año 1928, cuando Alexander Fleming descubrió la **penicilina** —antibiótico producido por hongos del género *Penicillium*—, la cual tuvo su primer uso terapéutico en 1941. En este sentido, al hablar de antibióticos de origen natural, estas dos fechas pueden considerarse como las relevantes para el inicio del uso de antibióticos.

Los antibióticos pueden dividirse en grupos de acuerdo con sus características químicas. Entre los primeros antibióticos utilizados, la arsfenamina y el prontosil pertenecen a las **sulfonamidas**, mientras que la penicilina al grupo de las **β-lactamas**. Con el tiempo se descubrieron nuevos antibióticos, como los **aminoglucósidos**, y los de más reciente introducción como los **betalactámicos**, macrólidos y quinolonas. Otra forma de clasificar los antibió-



Fechas de descubrimientos de antibióticos relevantes, organismos de los que fueron aislados y de aquellas que son moléculas sintéticas



### Mecanismos de acción de algunos grupos de antibióticos

Los antibióticos actúan atacando las distintas funciones vitales de las bacterias.

En este sentido, están aquellos que rompen la integridad de la célula al impedir que se forme la **pared celular**, o desestabilizando la estructura de la membrana plasmática, estructuras que delimitan a las células bacterianas. Otros afectan la función de un complejo de moléculas denominado **ribosoma**, inhibiendo la síntesis de proteínas. También están aquellos que impiden la replicación o **copiado del ADN**, algo que la bacteria requiere hacer cada vez que va a dividirse; o bien los que bloquean el proceso para generar los mensajes que surgen de las secuencias de ADN necesarios para la síntesis de proteínas, denominado **transcripción**.

#### Las bacterias pueden adquirir resistencia a los antibióticos

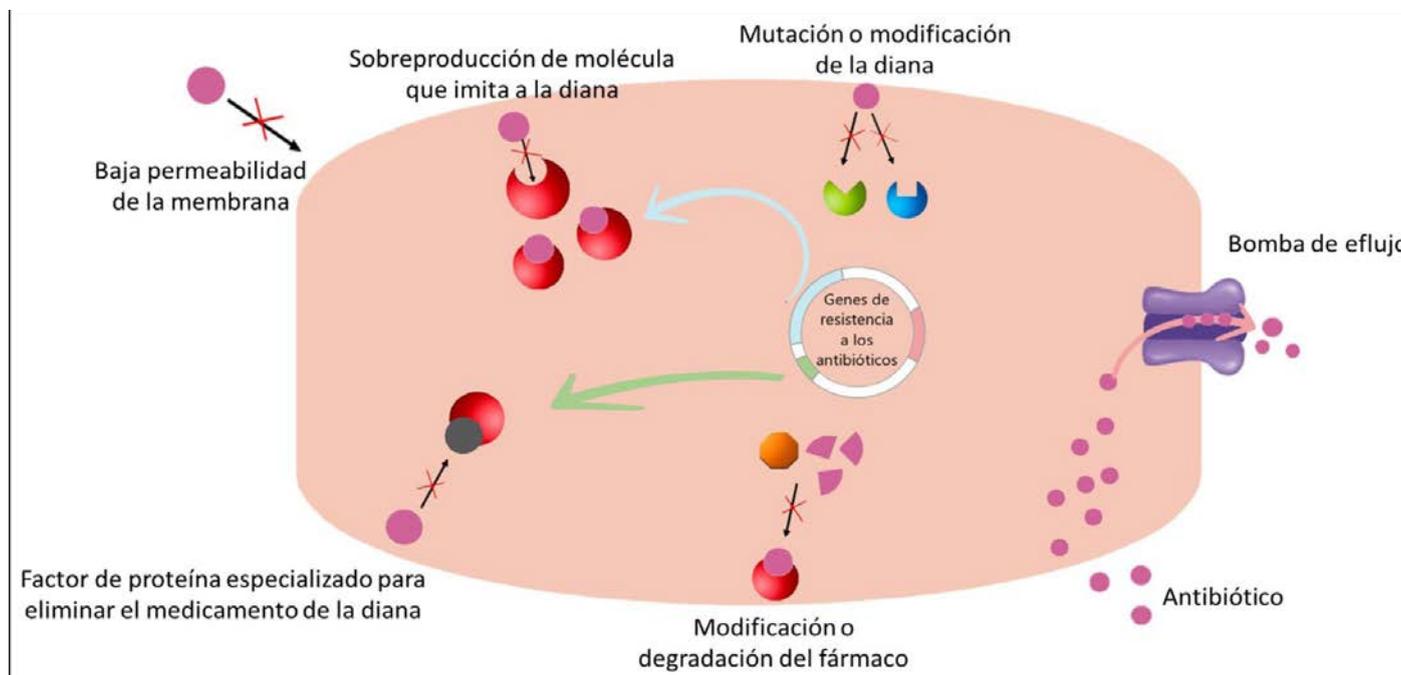
¿Por qué a pesar de que los primeros antibióticos aparecieron desde inicios del siglo pasado, se continúa con el descubrimiento e incorporación de nuevos grupos?

Esto se debe a que **las bacterias patógenas han adquirido resistencia** a cada nuevo tipo de antibiótico que el hombre ha utilizado para combatirlos, de manera que, cada vez es más difícil curarnos de enfermedades infecciosas bacterianas.

Actualmente se conocen muy bien las principales estrategias que las bacterias emplean para desarrollar resistencia a los antibióticos. Un primer mecanismo de defensa es **impedir que el antibiótico entre a la célula**, modificando las características

de la membrana que la rodea. Si el antibiótico entra, las bacterias tienen proteínas en esta membrana que funcionan como "bombas", de manera similar a las que sacan agua de un pozo, para expulsar al antibiótico del interior celular antes de que pueda causarle daño. Si todavía quedan moléculas de antibiótico dentro de la célula bacteriana, otro tipo de proteínas puede degradar al antibiótico, destruyendo los enlaces químicos que conforman la molécula, para hacerlo inofensivo. Las bacterias también pueden modificar la estructura química de la molécula, blanco sobre la que actúa el antibiótico, para que ya no la pueda identificar, evitando así el daño. Estas estrategias dan una idea de cómo en su interacción con la medicina humana, **las bacterias han desarrollado mecanismos exitosos de defensa**.

Una bacteria puede contar con más de uno de estos mecanismos de defensa, presentando resistencia a tres o más antibióticos de los distintos grupos químicos, una característica denominada **multirresistencia**. Una bacteria multirresistente es muy difícil de combatir para un médico y puede causar la muerte del paciente. Como si esto no fuera lo suficientemente preocupante, las bacterias que poseen estos mecanismos de resistencia los heredan a las **células "hijas"** cuando se dividen, y además, también transfieren a otras bacterias de distinta especie, moléculas de ADN que contienen las **instrucciones para la resistencia**. Esto ocurre en ríos, lagos, suelo y en los alimentos, y también en nuestro cuerpo, una vez que la bacteria patógena se encuentra con las bacterias que lo habitan de



manera natural, comúnmente sin causarnos daño. Estas interacciones permiten que aquellas bacterias que no eran resistentes, puedan adquirir resistencia a un antibiótico o tornarse multirresistentes.

### Fuentes de nuevos antibióticos

La gran diversidad biológica del planeta constituye una **"farmacia natural"** en la cual es posible encontrar nuevas sustancias orgánicas para atacar con éxito a las bacterias patógenas multirresistentes.

Las plantas han sido consideradas desde hace tiempo una **fuentes importantes de nuevos antibióticos**, debido a la documentación de su eficacia en el uso tradicional de distintas culturas en todo el mundo. Las hojas, las raíces, los tallos y el fruto de una planta pueden contener una gran variedad de compuestos orgánicos, algunos de los cuales son efectivos contra bacterias patógenas.

Desde el descubrimiento de la penicilina, **los hongos han sido continuamente evaluados** para encontrar nuevos antibióticos. Una ventaja de este grupo de organismos, es que algunos de esos compuestos son "arrojados" al medio de cultivo en los que crecen comúnmente en el laboratorio, lo que facilita su recuperación.

Otro grupo microbiano ampliamente estudiado son las **actinobacterias**, en las cuales se ha identificado una gran variedad de antibióticos, incluidos algunos de uso actual. Más recientemente, los investigadores han puesto su atención en distintas **especies marinas**, como algas, esponjas y corales. Debido a que la investigación en estos grupos biológicos todavía es incipiente, se cree que los primeros antibióticos descubiertos en estos organismos, son apenas el inicio de la descripción de sustancias con diferentes mecanismos de acción, que pueden ser eficientes para combatir distintas enfermedades causadas por bacterias.

Sin duda alguna, la investigación de los compuestos producidos por distintos grupos de organismos, permitirá encontrar antibióticos eficaces contra bacterias que representan grandes riesgos actuales y futuros para la salud humana. Pero, así como las bacterias han respondido generando mecanismos para resistir a los antibióticos que se usan en la actualidad, seguramente irán modificando su ADN y sus células para resistir a los nuevos antibióticos. Esta será **una larga batalla** entre el ingenio humano para combatir enfermedades bacterianas, y la capacidad evolutiva de las bacterias para crear mecanismos que les permitan combatir cada nuevo antibiótico. No creemos que ni a nosotros, los autores de este trabajo, ni al amable lector actual, nos toque ver el final de la historia y conocer al ganador.



Alós J.I. (2015). Resistencia bacteriana a los antibióticos: una crisis global. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 33(10):692-699. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213005X14003413>

Barrios R., Sierra C., y Morales J. (2015). Bacterias resistentes a antibióticos en ecosistemas acuáticos. *Producción + Limpia*, 10(2):160-172.

<http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/pl/article/view/906>

Calderón-Rojas G. y Aguilar-Ulate L. (2017). Resistencia antimicrobiana: microorganismos más resistentes y antibióticos con menor actividad. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica*, 73(621):757-763. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=69870>

# TECNOLOGÍA

## Los verdaderos superhéroes de la ciencia

Daniel Godínez Hernández y Marcia Yvette Gauthereau Torres



**Dr. Daniel Godínez Hernández**, profesor e investigador del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[dgodinez@umich.mx](mailto:dgodinez@umich.mx)

**Dra. Marcia Yvette Gauthereau Torres**, profesora e investigadora en la División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez", Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[mgtorres@umich.mx](mailto:mgtorres@umich.mx)

**U**n poco de historia sobre la investigación biomédica no le viene mal a nadie

Desde el origen de los homínidos, los "otros mamíferos" han estado ligados al humano, desde la necesidad de conseguir proteínas al emplearlos como alimento, hasta la vestimenta, o cuando cumplen la función de ser animales de compañía. Para muestra tenemos muchos botones: la domesticación de los perros y los gatos, las reses, los cerdos, etcétera, e incluso las aves de corral, pero hay que mencionar que ancestralmente los animales también se han utilizado para la investigación. En este artículo hablaremos del uso de los animales en la investigación biomédica

El dato más antiguo referido es de Aristóteles, quien utilizó los animales para entender, principalmente, cómo funcionamos los organismos vivos. Después de Oparin, quien tuvo una fascinación especial como naturalista, ha habido un avance en el entendimiento de los principios básicos de la vida

animal, desde el desarrollo, la nutrición, la anatomía, la fisiología, la farmacología (que nos explica cómo funcionan los productos naturales y los fármacos) y, en último caso, la patología (cuando no se puede salvar una vida, pero la información que se puede generar es muy valiosa desde el punto de vista médico). El conocimiento generado ha producido grandes avances dentro de la medicina al usar animales en las investigaciones.

### La controversia

Existen opiniones encontradas con respecto al uso y al manejo de animales, que van de un extremo a otro, desde satanizarlo hasta caer en el maltrato animal. Sin embargo, éstas cobran mayor relevancia cuando se habla de la investigación biomédica. Si todos estuviéramos en el primer extremo, diríamos que el uso y manejo de los animales es "muy malo" y nos limitaríamos a no adquirir nutrientes esenciales de la dieta que necesitamos (como aminoácidos, vitaminas y ácidos grasos, de origen animal). En el otro extremo, no tendríamos ningún respeto por la vida de un animal.

Ningún animal ha aportado a nuestra salud más que los roedores (ratas y ratones), y podríamos dar muchos datos acerca de las contribuciones de estos superhéroes. Tan solo podríamos citar todos los Premios Nobel que han surgido a partir del conocimiento generado con la experimentación científica con estas especies. Aunque, en general tenemos una aversión natural hacia los roedores, son animales que pueden domesticarse, e incluso, ser las mejores mascotas. Los seres humanos decimos que somos una especie superior, lo cual es dicho por nosotros mismos; no obstante, compartimos más del 90% del genoma con los roedores, qué es importante saberlo cuando se hacen las investigaciones biomédicas.

Como hemos mencionado, existe controversia acerca de usar o no a los animales con fines biomédicos, pero esta relación se ha dado siempre y para beneficio mutuo. Los animales han aportado conocimiento dentro de las ciencias biomédicas y han apoyado los avances médicos de los que todos, de manera directa o indirecta, gozamos. Además, existen organizaciones de la sociedad civil que están en contra del uso de los animales en la investigación en países como Estados Unidos de América, el Reino Unido, Canadá, entre otros más, quizás porque en gran parte se deba a la desinformación.

En contraparte, en los mismos países también existen organizaciones que promueven, concientizan y consiguen recursos de la sociedad para la investigación biomédica. En este sentido, los autores consideramos que son más los beneficios del uso de animales para la salud humana y para la salud de los animales con los que convivimos, ya sean mascotas o los animales de consumo, que el daño que se pueda causar si no se utilizaran de esta manera.

### Modelos animales en la investigación científica

En el tratamiento de las enfermedades humanas, no podemos darnos "el lujo" de reproducirlas, como se dio en la Segunda Guerra Mundial (donde los "conejiillos de indias" eran humanos), por eso son tan valiosos los estudios en animales, para reproducir características de las patologías que padecemos los humanos. En la investigación farmacológica contamos con modelos animales que reproducen signos y síntomas de enfermedades como la epilepsia, la migraña, la ansiedad, la depresión, el déficit cognitivo, entre otros padecimientos del sistema nervioso central y modelos de enfermedades que tienen un origen metabólico y multifactorial, como la obesidad, la diabetes mellitus, la hipertensión arterial (y otras enfermedades cardiovasculares y renales) y las dislipidemias.

Las infecciones bacterianas, parasitarias y virales no podrían ser tratadas sin los fármacos que inicialmente se probaron en animales y que han demostrado eficacia terapéutica contra esos agentes patógenos. El estudio de patologías que involucran al sistema inmune, el desarrollo de vacunas, la producción de anticuerpos y modelos de varios tipos de cáncer, entre otros, no sería posible sin el uso de animales de experimentación. Además, existen modelos que permiten estudiar los mecanismos involucrados en el dolor e incluso modelos que proveen información sobre las bases neurofisiológicas de las adicciones.

### Cuatro razones principales por las que los animales se utilizan en la investigación biomédica

- El avance del conocimiento científico
- El uso como modelos para estudiar enfermedades
- Desarrollar y probar posibles formas de tratamiento
- Proteger la seguridad de las personas, los animales y el medio ambiente

### La sugerencia es regular y fomentar el uso responsable de animales en la investigación

En 1959, Russel y Burch, propusieron las 3 R's, que se presentaron como "Los principios de las técnicas en experimentación humana" y son reducir, reemplazar y refinar.

Existen además sugerencias de trabajar con modelos computacionales, pero no reproducen las características de una patología humana o animal, sólo pueden ser sugerentes. El caso más representativo, que rebasa los resultados de la investigación biomédica, es el de la talidomida, que con estudios en animales, no mostró producir efectos adversos en cuanto a teratogenicidad, pero cuando se usó en la clínica para evitar las náuseas en las embarazadas, generó malformaciones en, al menos, 20 mil niños en varios países, principalmente en Europa.



- **Reducir:** implica la reducción del número de animales usados en proyectos de investigación, definiendo todas las condiciones genéticas y medioambientales del animal, y la reducción filogenética es la sustitución por especies con menos estado de desarrollo según la escala filogenética (por ejemplo, usar roedores en lugar de primates).
- **Reemplazar:** se refiere a los métodos que permiten, dado un propósito, dirigir experimentos y otros procedimientos científicos sin el uso de animales. En el reemplazo relativo, se utilizan células, tejidos u órganos de vertebrados que se destinan para estudios *in vitro* y, en el reemplazo absoluto, los animales son reemplazados por cultivos de células humanas o por tejidos de otros vertebrados e incluso invertebrados.
- **Refinar:** implica minimizar las molestias, la angustia o el dolor que puedan sufrir los animales. Por angustia se entiende un estado aversivo en que el animal no puede adaptarse completamente al estrés.

Si existen las diferencias de respuesta entre especies (rata/humano), no imaginamos las diferencias de los datos que generan los modelos computacionales.

### La regulación del uso de animales en experimentación es la clave

Un punto adicional es el no burocratizar el uso de animales en la experimentación, ya que los comités de bioética y bienestar animal institucionales deberían estar integrados por profesionales que conozcan del tema, para que se pueda contribuir con un punto de vista útil a la investigación y a los derechos de los animales y no se aporten opiniones, con una visión sesgada, que retrasarían los avances médicos. Sin embargo, el regular el uso de los animales en la experimentación biomédica, con responsabilidad y conocimiento, es la clave.

En este sentido, alrededor del mundo existen organizaciones no gubernamentales y universida-

des que han contribuido a la concientización sobre el uso de animales en experimentación y sobre el bienestar animal. Existen también lineamientos, normas internacionales y nacionales que regulan el uso y manejo de animales en la experimentación desde un punto de vista ético, en México contamos con la Norma Oficial Mexicana (NOM-062-ZOO-1999) sobre las especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Cada institución que use y maneje animales de laboratorio debería contar con un Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio (CICUAL), que regule, supervise y evalúe los protocolos que involucren el manejo de animales.

### Los superhéroes en la investigación biomédica

Finalmente, la próxima vez que veas una rata, ratón o algún animal de otra especie empleado en la investigación, recuerda que estás tratando con un superhéroe salvador de vidas y que gracias a estos animalitos se ha aumentado nuestra calidad y nuestra esperanza de vida.



Sampedro J. (2002). Hombre y ratón comparten el 99% de sus genes. El País. [https://elpais.com/diario/2002/12/05/sociedad/1039042801\\_850215.html](https://elpais.com/diario/2002/12/05/sociedad/1039042801_850215.html)

Romero-Fernández W., Batista-Castro Z., De Lucca M., Ruano A., García-Barceló M., Rivera-Cervantes M., García-Rodríguez J. y Sánchez-Mateos S. (2016). The 1, 2, 3 of laboratory animal experimentation. Rev. Peru. Med. Exp. Salud Publica, 33(2):288-299. <https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/2579/2476>

[gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/2579/2476](https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/2579/2476)

Marvizon J.C. y Geffen D. (2020). Computer models are not replacing animal research, and probably never will. Speaking of Research. [https://speakingofresearch.com/2020/01/07/computer-models-are-not-replacing-animal-research-and-probably-never-will/?fbclid=IwARonAki-lRtsjaqUn-RicQN1KvTX4lt8-1j6kGO-k-bQ22QMwfi\\_AuCCWPBo](https://speakingofresearch.com/2020/01/07/computer-models-are-not-replacing-animal-research-and-probably-never-will/?fbclid=IwARonAki-lRtsjaqUn-RicQN1KvTX4lt8-1j6kGO-k-bQ22QMwfi_AuCCWPBo)

# UNA PROBADA DE CIENCIA

## Yo soy yo y mis parásitos

Horacio Cano Camacho



*Horacio Cano Camacho, Profesor Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología y Jefe del Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.*  
[hcano1gz1@mac.com](mailto:hcano1gz1@mac.com)

**M**ientras escribo este artículo, escucho un anuncio publicitario de un jabón que promete eliminar el 99.9% de las bacterias y microorganismos de nuestra piel. Al escuchar esto, sólo puedo albergar un deseo, que, como toda publicidad, exagere las propiedades de lo que me están vendiendo y sólo sea una mentira más. Desde siempre hemos tenido una relación muy tormentosa con “los bichos” porque su enseñanza, desde la escuela elemental, casi siempre se ha sustentado en explicarnos los males que nos provocan. Así terminamos pensando que todas las bacterias “son malas” y hay que eliminarlas, lo mismo pasa con los hongos y no se diga con nematodos, plelmintos, o cualquier otro. Los conocemos por la

enfermedad o los daños que nos provocan. De manera que el comercial de que doy cuenta no hace más que explotar ese miedo que desde niños nos han sembrado.

La verdad, es que salvo los bichos asociados a enfermedades (y en ocasiones ni esos), la vasta mayoría de los microbios y pequeños bichos, permanecen desconocidos para nosotros. A los más, los biólogos los han descrito, pero cuál es su papel en el ambiente y como muchos de ellos se relacionan con nosotros, permanece poco explorado.

Las cosas están cambiando. Muchos zoólogos, microbiólogos y hasta etólogos, comienzan a revelar relaciones más complejas con esos seres con los que habitamos y son parte de nosotros.

Resulta que estos bichos no se concretan a estar sobre o dentro de nosotros, sino que influyen en como actuamos, sentimos y pensamos... Si, lo leíste bien. Los bichos hacen más cosas de lo que habíamos imaginado.

Por ejemplo, el llamado microbioma humano, se refiere a los miles de millones de bacterias, hongos, protozoarios, levaduras y un extenso número más, que viven en los tractos digestivo, respiratorio, reproductivo y también en la piel. El tamaño de su genoma (cantidad de genes) supera con mucho el genoma de la totalidad de nuestras células "humanas". Ahora sabemos que muchas de estas criaturas

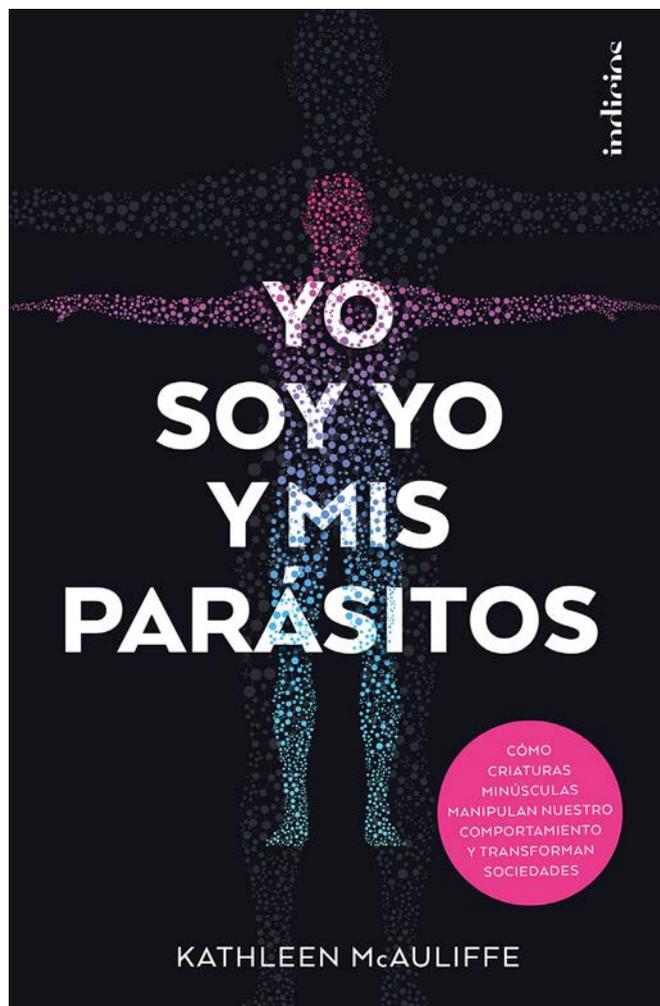
juegan papeles muy importantes en nuestra salud y enfermedad, la inmunomodulación de nuestra respuesta de defensa, nuestra nutrición, incluso en nuestras preferencias de alimentos, parejas sexuales, y muchos fenómenos más.

El asunto es aun más sorprendente cuando avanzamos en la complejidad organizacional de nuestros pasajeros y nos movemos al área de nuestros parásitos. Resulta sorprendente descubrir que estos bichos nos manipulan en serio. Por ejemplo, la tenia (*Taenia solium* y *Taenia saginata*) son las tristemente famosas solitarias. Unos gusanos planos que viven en el intestino, y solamente existen para comer y reproducirse y sus huevecillos son expulsados por millones en las heces humanas, de donde parten a infestar a las vacas y los cerdos. Luego eclosionan, nos lo comemos y se insertan sus gusanillos en los músculos y el cerebro, produciendo la cisticercosis.

Los huevos de la solitaria no son infecciosos para los humanos, deben pasar por las vacas y cerdos, donde forman el quiste y solo al comerlo, se desarrolla la lombriz. Sabemos que las solitarias "impulsan" al huésped a comer más y a tener antojos de alimentos muy ricos en carbohidratos.

Otro parásito terrible es el causante de la malaria, un protozoario llamado *Plasmodium* que se aloja en los glóbulos rojos causando la enferme-





Hay indicios de que muchas enfermedades mentales que sufre la especie humana pueden tener origen en los parásitos que cargamos, incluso en la formación de asociaciones humanas y de allí a culturas pueden rastrearse a través de sus parásitos. Una vez que leas este fascinante texto, ya no te verás como antes. Incluso, los malhadados virus deberán repensarse, dado los indicios de que muchos están detrás de lo que somos, mucho más de los que hubiésemos pensado.

El libro me parece un excelente ejemplo de periodismo de ciencia, serio y atractivo a la vez. Kathleen McAuliffe es una periodista de ciencia que ha decidido profundizar en el efecto que parásitos, bacterias y otros microorganismos tienen no solo sobre la salud, sino sobre la conducta tanto de individuos como de las sociedades.

dad que más muertes provoca en el mundo. Se transmite al humano por la picadura del mosquito anopheles infectado.

El *Plasmodium* busca propagarse entre la población, saltando de un huésped a otro. Resulta que el parásito puede manipular el olor humano para hacerlo más atractivo para los mosquitos. Si, leyó bien. Los enfermos de malaria tienden a ser más picados por los moscos que una persona sana. Y esto es así para que el bicho pueda encontrar taxi. Una vez infestados los mosquitos, estos transmitirán la enfermedad a los siguientes candidatos. Una estrategia de miedo, sin lugar a duda...

No quiero contarles más para no arruinarle la sorpresa. Les invito a leer un libro que se dedica a analizar lo que sabemos sobre este tema. Se trata de *Yo soy yo y mis parásitos*, de Kathleen McAuliffe (Ed. Urano, 2020. ISBN 9788415732259), una investigación fascinante sobre los microbios que nos habitan y cuya presencia deber ser vista de una manera diferente y alejada del simplismo.



# LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

## El factor VonWillebrand ¿qué es?

Kenia Iraí Blancas Ayala y Martha Eva Viveros Sandoval



**Q.F.B Kenia Iraí Blancas Ayala**, estudiante del Programa de Maestría en Ciencias de la Salud, de la División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez" de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[is.keny@outlook.com](mailto:is.keny@outlook.com)

**D.C. Martha Eva Viveros Sandoval**, Profesora e Investigadora del Laboratorio de Hemostasia. División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez" de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[marthaevaviveros@yahoo.com.mx](mailto:marthaevaviveros@yahoo.com.mx)

**E**l Factor von Willebrand (FvW) es una proteína de gran tamaño que desempeña un papel importante en los mecanismos de reparación de los vasos sanguíneos cuando sufren un daño, para la formación de un "coágulo" que detenga la pérdida de sangre y mantenga la integridad de nuestro cuerpo; esto es debido a sus propiedades de adhesión, así como su función de transporte.

Todos los seres humanos contamos con un súper escudo que nos protege y mantiene la integridad de nuestro cuerpo, comúnmente llamado "piel", cuando nuestro escudo es dañado; por algún

corte, por ejemplo, nuestro escudo no sólo nos protege, sino que además es capaz de repararse por sí mismo, formando un coágulo que evita la pérdida de sangre, pero ¿cómo lo logra? ¿qué es un coágulo? Y ¿qué función tiene el Factor de von Willebrand en todo esto?

### ¿Por qué es importante el FvW?

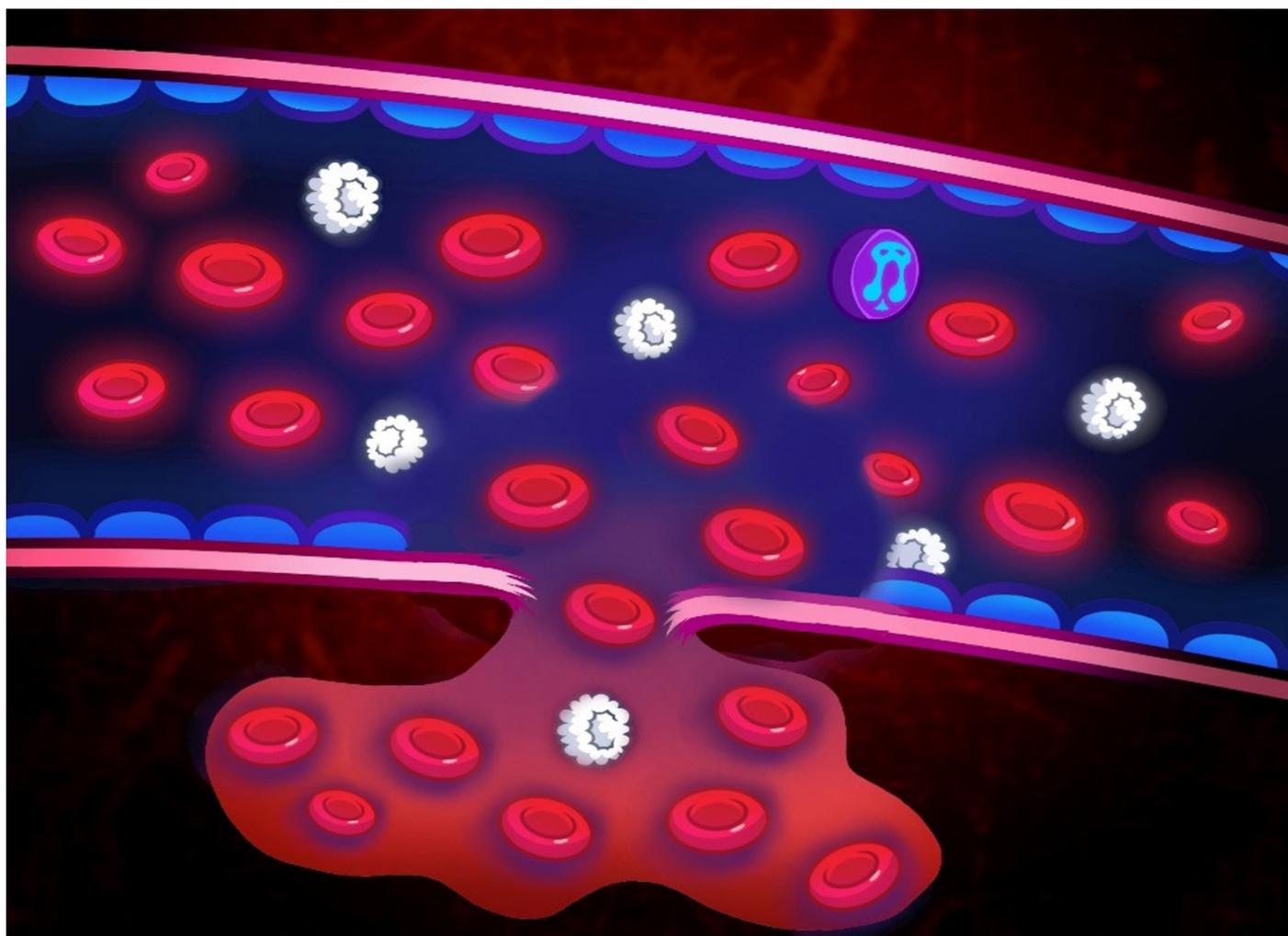
Cuando sufrimos un corte en la piel se dice que hay un “daño endotelial”, es decir un daño en el interior de los vasos sanguíneos; nuestro cuerpo tiene un “sistema de coagulación” que actúa inmediatamente para detener la pérdida de sangre (hemorragia) formando una barrera, a esta barrera temporal la llamaremos “coágulo” y el Factor Von Willebrand tiene un papel activo en su formación. Un coágulo es como un “tapón”, que cubre provisionalmente la salida de la sangre del vaso sanguíneo, puede contener también células sanguíneas como plaquetas y otras además de elementos proteicos que se encuentran normalmente circulando en la sangre. Imaginemos una manguera con un pequeño corte y el agua que pasa por ella se sale, entonces debemos poner cinta adhesiva para evitar la fuga del líquido vital; pues el Factor de Von Wille-

brand es la cinta de nuestros vasos sanguíneos que la repara para evitar que sigamos perdiendo sangre al interactuar con los factores de la coagulación.

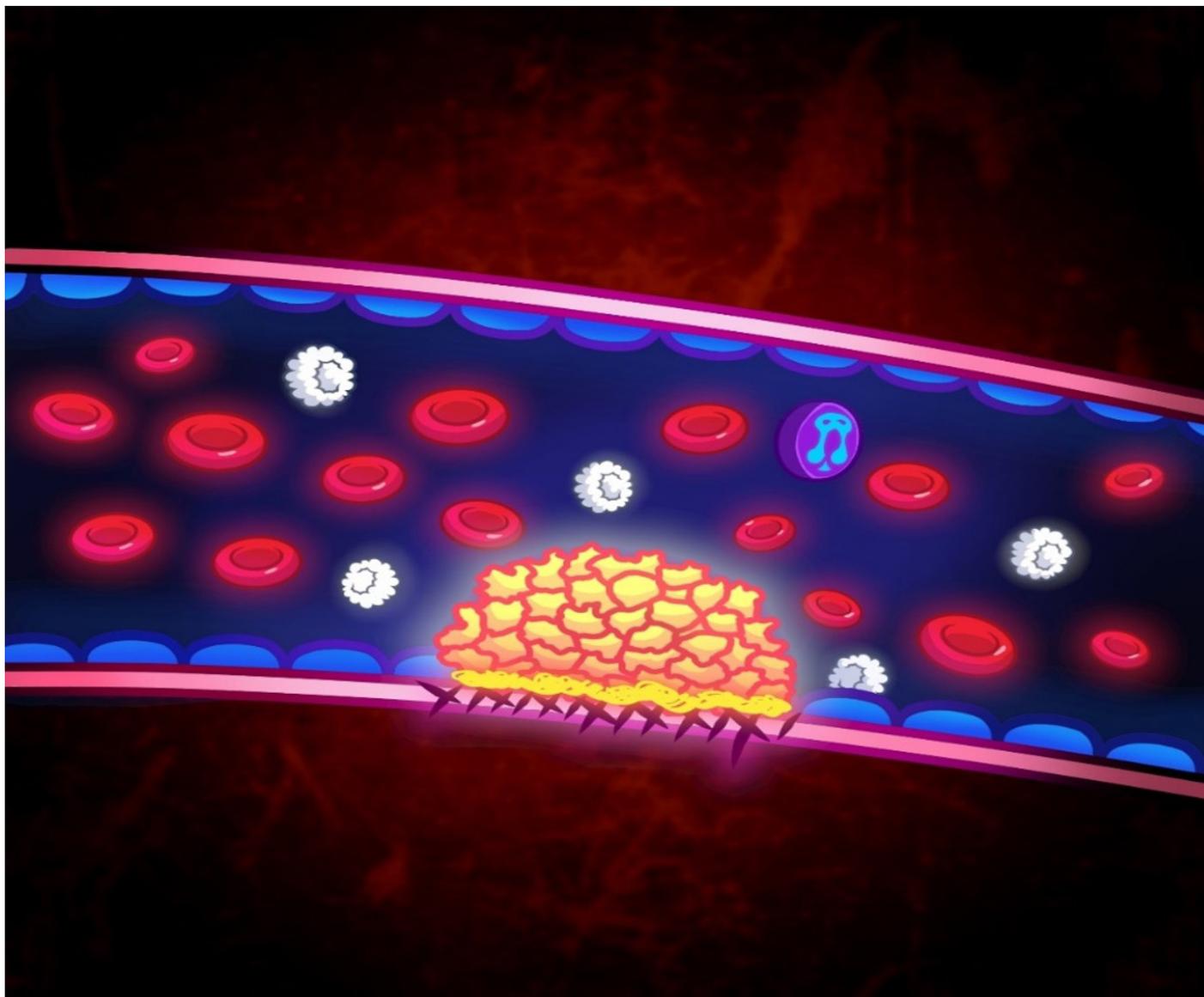
### ¿Cuáles son los súper poderes del Factor Von Willebrand?

El Factor Von Willebrand (FvW) es la proteína de mayor tamaño en la sangre, está formada por la unión de varias subunidades proteicas y a la unión de estas subunidades se denomina multímero. El FvW proviene de células endoteliales (células del interior de los vasos sanguíneos) y megacariocitos (células de la médula ósea). La mayor parte del FvW se encuentra circulando libre en la sangre, en forma de multímeros con diferentes tamaños (desde 270-1200 kDa -kDa es una unidad de masa-), mientras que una pequeña porción se encuentra almacenada en las plaquetas circulantes provenientes del megacariocito. En condiciones normales cuando no hay una lesión, el FvW circula de manera normal sin interactuar con los componentes sanguíneos, manteniendo un equilibrio en el sistema de la coagulación.

Este factor tiene dos poderes primordiales: por sus **características de adhesión y agregación**



*Daño endotelial por ruptura de vasos sanguíneos  
(Ilustración por: Aaron Ramírez Pérez)*



*Formación de un coágulo en la ruptura de un vaso sanguíneo  
(Ilustración por: Aaron Ramírez Pérez)*

**plaquetaria** proporcionadas por sus multímeros, el FvW se libera e interactúa con las plaquetas que son células pequeñas circulantes en la sangre y el endotelio, adhiriéndose a fibras de colágeno que quedan expuestas al sufrir el daño endotelial; como si fuera un súper pegamento de unión entre “plaqueta-FvW-endotelio” formando un soporte que mantiene unida a la barrera.

Además, es un transportador del Factor VIII del sistema de coagulación, como Robin y Batman, el Factor VIII se une al FvW, este dúo dinámico estabiliza al Factor VIII y evita que se degrade, **formando un complejo estable** que lo protege de algunas enzimas destructivas. ¡La unión hace la fuerza!

En otras palabras, su capacidad de adhesión y agregación plaquetaria junto con su función de transporte del factor VIII hacen del Factor von Willebrand un gran personaje dentro del cómic de la hemostasia (conjunto de mecanismos para detener los procesos hemorrágicos). En esta figura se

muestra la interacción entre las plaquetas y el endotelio. Las plaquetas se activan uniéndose al FvW y al colágeno expuesto por la ruptura del vaso sanguíneo, formando el coágulo

### **El Factor Von Willebrand como héroe**

El Factor Von Willebrand adquiere sus poderes de los multímeros, si se encuentra circulando en el torrente sanguíneo en un tamaño muy pequeño (es decir, multímeros de bajo peso molecular), el factor pierde su capacidad de interacción con los componentes sanguíneos; manifestándose en enfermedad hemorrágica. Hay tres tipos de enfermedad de von Willebrand, dependiendo de la alteración del FvW. La enfermedad de Von Willebrand (EvW) es la enfermedad hemorrágica hereditaria más frecuente, causada por disfunción o disminución/ausencia del Factor Von Willebrand, que puede ocasionar hemorragias de intensidad variable inclusive cuadros de hemorragias severas. Sin FvW no

habría quién pegue la barrera que nos protege de una hemorragia. ¿Y ahora, quién podrá salvarnos? Durante esta enfermedad el Factor VIII de la coagulación se encuentra desprotegido, al no tener el Factor de Von Willebrand que lo proteja y por consecuencia sus niveles se encuentran disminuidos en torrente sanguíneo.

La enfermedad de Von Willebrand fue descrita por primera vez en 1926 y tiene una elevada frecuencia a nivel mundial y no solo es común entre seres humanos sino también algunas especies animales se ven afectadas por este trastorno, se estima que la prevalencia de la enfermedad es 1 persona por cada 1,000. Es una cifra importante si consideramos que actualmente de acuerdo con cifras de la OMS hay un estimado de 7 mil 300 millones de personas en el mundo.

La epistaxis (hemorragia nasal) es el principal síntoma de la enfermedad, y suele manifestarse principalmente en niños o adolescentes, aunque también son comunes sangrados en las mucosas y hematomas (moretones) en la piel. Tiene un diagnóstico difícil y es necesario detectarla mediante pruebas específicas de laboratorio.

### El Factor Von Willebrand se pasa al lado oscuro

El FvW es un agregante plaquetario, en términos simples promueve la unión entre plaquetas, como si fueran bloques, uno sobre otro. Si este se encuentra circulando con un tamaño demasiado grande (multímeros de alto peso molecular) o en concentraciones muy elevadas, puede dar como resultado la formación de trombos, es decir coágulos sanguíneos dentro de venas y/o arterias.

Se necesita de un estímulo externo, en este caso un daño endotelial para que el Factor de Von Willebrand comience su actividad normal en el sis-

tema de la coagulación, pero en ocasiones el FvW forma las "barreras" en el torrente sanguíneo sin que se haya presentado este estímulo, es decir sin haber sufrido de un daño que reparar. Si un coágulo circula por la sangre provoca un muy importante riesgo potencial en la salud. Esto puede ocurrir en diversas enfermedades y se llama alteración trombótica.

Varios estudios han demostrado que los pacientes que sufren algún tipo de cáncer son más susceptibles a padecer algún tipo de alteración trombótica, ya que sufren de un estado trombótico constante reflejándose en un incremento en los niveles del Factor de Von Willebrand, así como en la actividad de este, lo que promueve la formación de agregados plaquetarios. Los procesos infecciosos e inflamatorios a los que estamos expuestos día con día también pueden aumentar el riesgo de que los niveles de FvW circulante se eleven.

Nuestro organismo tiene personajes excepcionales que cumplen con un propósito dentro del cuerpo, a veces se pasan al "lado oscuro" y a veces son forzados a ser "súper héroes" para mantenernos con vida. Una proteína puede ser la diferencia entre la vida y la muerte, el Factor de von Willebrand puede ser héroe o villano en la coagulación. El equilibrio es la clave para la supervivencia.

*Agradecimientos: Los autores agradecen la participación del Ing. Aarón Ramírez Pérez en la digitalización de las imágenes incluidas en el artículo y a la Dra. Virginia Robinson en la revisión del mismo.*



Hernández-Zamora E., Zavala-Hernández C., Viveros-Sandoval M.E., Ochoa-Rico Á., Martínez-Murillo C. y Reyes Maldonado E. (2014). Determinación de los multímeros del factor von Willebrand en población mexicana. *Cirugía y Cirujanos*, 82:607-618.  
<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=52862>

Hernández-Zamora E., Zavala-Hernández C., Quintana-González S. y Maldonado Reyes E. (2015). Enfermedad de von Willebrand, biología molecular y diagnóstico. *Cirugía y Cirujanos*, 83(3):255-264. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009741115000687>

O'Sullivan J.M., Preston R.J.S., Robson T. y O'Donnell J.S. (2018). Emerging Roles for von Willebrand Factor in Cancer Cell Biology. *Seminars in Thrombosis and Hemostasis*, 44(02):159-166.  
<https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0037-1607352#>

# LA CIENCIA EN EL CINE

## La carretera

Horacio Cano Camacho



El cine es muy rico en películas sobre catástrofes. Las hay de muchos tipos, incendios, derrumbes, volcanes, epidemias, hasta apocalipsis zombis. De manera que hablar de otra pudiera parecer ocioso. Pero la película de la cual hablaremos hoy es distinta. Y no lo es por su factura, pues es posible que no sea la mejor o la más espectacular. En realidad, nunca sabemos que pasó que desató la tragedia y eso, de entrada, la hace diferente.

¿Una película sobre una catástrofe mundial que nunca nos dice qué pasó? Vaya, resulta extraño. Pero así es *La carretera*, cinta de John Hillcoat (USA, 2009), un director que hemos conocido en varios capítulos de la serie anti tecnológica *The Black Mirror* (Reino Unido, 2017). La película está protagonizada por Viggo Mortensen y Kodi Smit-McPhee, y pequeñas apariciones de Charlize Theron, Robert Duval, Guy Pierce, entre otros.

*Horacio Cano Camacho, Profesor Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología y Jefe del Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.*  
[hcano1gz1@mac.com](mailto:hcano1gz1@mac.com)

Su argumento es "sencillo": El planeta ha sido arrasado por un cataclismo y, en medio de la desolación, un padre (Mortensen) y su hijo (Smit-McPhee) se dirigen hacia la costa en busca de un lugar seguro donde asentarse. Durante el viaje se cruzarán con otros supervivientes: unos se han vuelto locos, otros se han convertido en caníbales.

Para hablar de esta película debemos acercarnos a la novela en la que está basado el guión. Se trata de "La Carretera", exitoso libro de Cormac McCarthy, con la cual obtuvo el Premio Pulitzer de ficción (2006). Esta es una novela que sólo puedo calificar de magnífica, pero desoladora. Es la breve historia de un hombre y su hijo que, siguiendo la carretera, huyen hacia el mar en búsqueda de esperanza, pues hay rumores de que allá la civilización aun existe. El mundo es un paisaje calcinado, en

donde el instinto de sobrevivencia ha llevado a los pocos habitantes que quedan, a la locura.

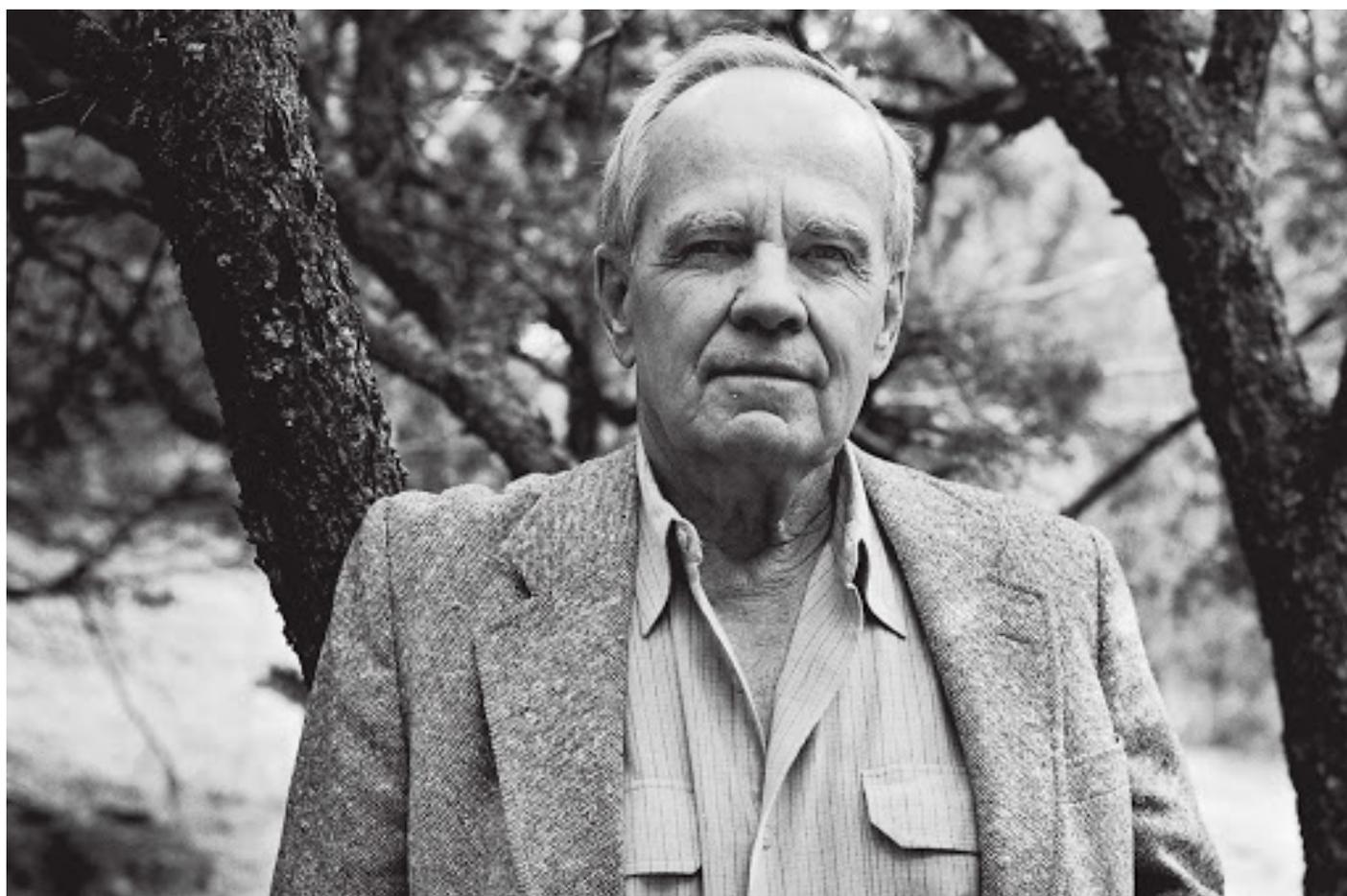
El libro, como la película, están narrados en tercera persona y en esta historia nadie, ni ningún lugar tienen nombre, el padre es "El hombre" y su hijo "El chico". Tampoco hay una referencia y menos una crónica de la catastrofe. El mundo calcinado hace pensar en un holocausto nuclear, pero no hay nada que lo confirme, sólo se intuye que hace algún tiempo, algo muy terrible ocurrió.

En las historias lineales, fáciles, que en general caracterizan a las películas y libros del género, lo primero que encontraremos serán argumentos que expliquen la debacle, le den verosimilitud. Ciudades abandonadas ante un fenómeno, aguas contaminadas, la ausencia de sol, deben tener alguna explicación, pero no en esta novela de ciencia

ficción postapocalíptica. Cuando salió el libro, muchos criticaron esta falta de "argumento", ¿qué lo causó? ¿quién tuvo la culpa? ¿quién disparó primero? Cormac McCarthy, que suele ser muy huraño con la prensa, sólo dijo "ante una tragedia que está por terminar con el mundo ¿importa quién tuvo la culpa?" y yo estoy de acuerdo...

Importa sí, el carácter del padre, sus esfuerzos por proteger a su hijo, por enseñarle a sobrevivir, por darle esperanza. Importa sí, el carácter del hijo, su disposición a aprender todo y a darle algún sentido a sus vidas. Importa el empeño de ambos para protegerse del mal que los rodea. Hay una insistencia del padre porque su hijo comprenda y sepa diferenciar el bien del mal. El chico representa la esperanza, el hombre, el último





intento por preservar lo que queda de la ética, de civilización.

Regresemos a la película. El trabajo de dirección, la fotografía, y en particular, las actuaciones de ambos protagonistas me parecen impecables. Capaces de envolvernos en una historia demencial, en dónde no hay espacio para la esperanza, pero algo se puede atisbar, muy en el fondo. Las interpretaciones son admirables y nos resultan conmovedoras.

Lo más interesante es que nos mueve a una reflexión: ¿Tendremos que esperar una catastrofe para considerar qué debemos cambiar en el mundo? Tal vez si, aunque no debiera ser necesario. Tenemos ya varias decadas advertidos por la ciencia de las causas, las consecuencias y las formas de refrenar el cambio climático global. Hace varios años, los científicos, epidemiólogos, virólogos, advirtieron del riesgo inminente de una pandemia de coronavirus, empujada por el cambio de uso del suelo, ciertas prácticas culturales y desde luego, el propio cambio climático. Pero hemos hecho poco con esa información valiosa.

He percibido estos días (escribo este artículo en lo álgido de la pandemia de Covid-19), una tendencia a "buscar culpables". Donald Trump dice en EUA (cuando no minimiza el peligro), que el "virus chino" no nos tocará... en un claro intento de asociar un problema de salud pública a su enemigo comercial; otros creen ver las huellas de un plan demencial para desacerse de la población y de sus clientes de parte de empresas muy difusas; otros buscan en las acciones de sus gobiernos la causa de la tragedia, pero muy pocos ofrecen alternativas viables.

La verdad, no importa quién tuvo la culpa, en estos momentos importa que debemos hacer para proteger a la humanidad y reponernos en algún momento de las consecuencias, pero fundamentalmente, importa que sepamos sacar las lecciones valiosas que la naturaleza pareciera querernos dar... La película que ahora les recomiendo, asi como la novela en que está basada es desoladora, pero nos permite reflexionar para buscar que debemos hacer para que siga siendo solo una historia de ciencia ficción posapocalíptica que mirar una tarde de primavera...

# EXPERIMENTA

## Vamos a preparar una solución antiséptica

Rafael Salgado Garciglia

Saber preparar una "Solución Desinfectante", no es complicado y lo podemos hacer en nuestra casa o en la escuela, siempre con la ayuda de un adulto, nuestros papás o maestros. Aunque se ha publicado el modo de preparación de un "Gel Antibacterial", autorizado por parte de la PROFECO (Procuraduría Federal del Consumidor) y el IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social) (<https://youtu.be/4p6Qw7355FQ>), que incluye además del alcohol (72 mL) y la glicerina (1/4 cucharada), ingredientes como el carbopol (3/4 cucharadita) y trietanolamina (1/4 cucharadita), prepararemos uno más simple, una solución desinfectante, que servirá de emergencia, con un uso máximo de un mes. Manos a la obra y prepararemos 100 mL de este fácil desinfectante que nos servirá para mantener limpias nuestras manos, libres de una carga muy grande de gérmenes como bacterias, hongos y también de algunos virus.

### MATERIALES

ALCOHOL ( ETÍLICO 96%)

GLICERINA

ACEITE ESENCIAL

AGUA PURIFICADA

(HERVIDA 10 MIN)

1 RECIPIENTE DE 250 mL

1 VASO MEDIDOR (100 mL)

1 CUCHARA SOPERA

RECIPIENTES PARA EL  
DESINFECTANTE



En el recipiente de 250 mL, agrega 72 mL de alcohol, 1/4 de cucharada de glicerina pura (aprox. 2.5 mL) y 25 mL de agua, agita hasta lograr una mezcla homogénea y añade poco a poco 20 gotas del aceite esencial que tengas (sábila, lavanda, romero, limón, eucalipto, manzanilla, entre otros).

Una vez realizada la mezcla, vierte en los recipientes que tengas con la ayuda de un pequeño embudo. Este desinfectante déjalo reposar al menos un día para poder usarlo y guárdalo preferentemente en un lugar oscuro y fresco. Puedes usarlo en casa y en la escuela, llévalo en el bolso, en la mochila y hasta en el auto. "Antes de aplicarlo agítalo brevemente".

Con esta preparación, el alcohol en un porcentaje aproximado al 70% es el que tiene la mayor actividad germinicida, la glicerina ayuda a la humectación, al igual que el aceite esencial, pero éste además aromatiza y algunos son potentes bactericidas y fungicidas.

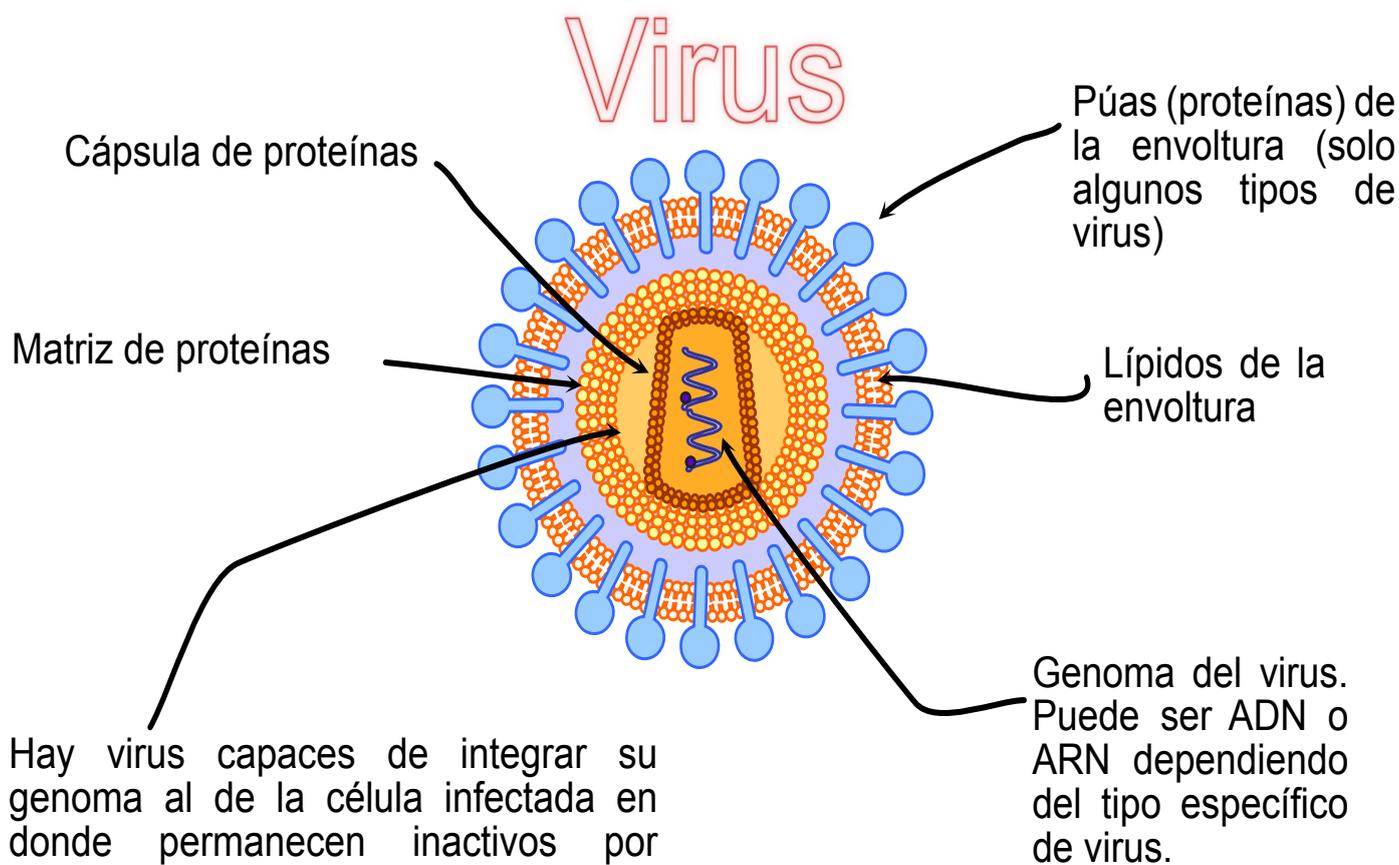
*Hay que tomar en cuenta que la Organización Mundial de la Salud (OMS) nos dice que ningún desinfectante es más efectivo que lavarse las manos correctamente, solo es un complemento para una buena limpieza.*

# Virus

Horacio Cano Camacho

Los virus son estructuras biológicas acelulares que solo pueden replicarse dentro de células de otros organismos a los que específicamente infectan. Prácticamente todos los seres vivos pueden tener virus asociados, desde las bacterias hasta los mamíferos, plantas, hongos, protozoarios, etc. Son las estructuras biológicas más abundantes en el planeta.

Del Latin *virus* = veneno. Es una partícula formada por una ácido nucleico (ADN o ARN) de doble cadena o cadena sencilla. Cubierto por una cápsula de proteína y en algunos casos, rodeado de una cubierta de lípidos y proteínas.



Los virus se encuentran entre las estructuras "biológicas" más pequeñas. Tienen tamaños cien veces más pequeños que una bacteria: del orden de los diez nanómetros o 0.00001 mm

